EDUCAÇÃO & CIÊNCIAS

CONSTITUIÇÃO DE SENTIDO NAS EXPERIÊNCIAS EDUCACIONAIS

JEAN FELIPE DE ASSIS
LUCIMERI RICAS DIAS
THIAGO CORRÊA ALMEIDA
(ORGANIZADORES)

Pedro & João editores

Educação e Ciências:

Constituição de Sentido nas Experiências Educacionais

Pedro & João
editores

Jean Felipe de Assis
Lucimeri Ricas
Thiago Corrêa Almeida
(Organizadores)

Educação e Ciências:

Constituição de Sentido nas Experiências Educacionais

Pedro & João
editores

Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Jean Felipe de Assis; Lucimeri Ricas; Thiago Corrêa Almeida [Orgs.]

Educação e Ciências: constituição de sentido nas experiências educacionais. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024. 227p. 16 x 23 cm.

ISBN: 978-65-265-1617-1 [Digital]

DOI: 10.51795/9786526516171

1. Ciências. 2. Construção de sentidos. 3. Experiências educacionais. 4. Metodologias lúdicas. I. Título.

CDD – 370

Capa: Melissa N. Lima e CarioCap Design
Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828
Diagramação: Diany Akiko Lee
Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Editorial da Pedro & João Editores:
Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil); Ana Patrícia da Silva (UERJ/Brasil).

Pedro & João Editores
www.pedroejoaoeditores.com.br
13568-878 – São Carlos – SP
2024

SUMÁRIO

7 PREFÁCIO

13 CONTRIBUIÇÕES DO PODCAST PIEF: EDUCAÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICAS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES
Andreson Luis Carvalho Rêgo, Henrique Baptista da Silva Júnior, Ruan Teixeira da Silva, Victor Almeida de Assis

39 REFLEXÕES SOBRE PRÁTICAS AVALIATIVAS EM MATEMÁTICA
Daniel de O. Lima, Jean Felipe de Assis

73 CONSTRUINDO UM MUSEU VIRTUAL USANDO O ARTSTEPS
Gabriel Lopes, Flávia Luzia Jasmim, Letícia Dutra Ferreira e Elizandra Martins Silva

89 MATEMÁTICA, LINGUAGEM E COGNIÇÃO: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS SOBRE AS INTERFACES LINGUÍSTICAS E SEMIÓTICAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA
Jean Felipe de Assis

119 METODOLOGIAS LÚDICAS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR: FOCO EM ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA NA ROTINA DO CONAPNE-IFRJ
Camila Alves Baroldi, Manoela Lopes Carvalho, Thiago Corrêa Almeida

137 TRANSFORMAÇÕES GEOMÉTRICAS COMO VETORES DE SIGNIFICADOS PARA OS NÚMEROS NEGATIVOS E A LINGUAGEM ALGÉBRICA
Rasec Almeida, Natália Pedroza, Diego Soares Monteiro

159 O USO DE QR CODE EM MATERIAL DIDÁTICO DE QUÍMICA DE UM PROJETO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA
Suellem Barbosa Cordeiro, Thays Oliveira

189 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO ALIADA: TRABALHO DOCENTE COM O CHAT GPT
Thiago Corrêa Almeida, Thiago Daboit Roberto, Manoela Lopes Carvalho

203 EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA
Flávia Luzia Jasmim, Maria Clara Escobar de Carvalho, Thiago Daboit Roberto

221 AS AUTORAS E OS AUTORES

PREFÁCIO

Com alegria e com satisfação, apresentamos a primeira coletânea de trabalhos do Programa *Educare: Ciências, Artes e Tecnologias* da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Ao longo das linhas e das entrelinhas, na tessitura da vida e na vida dos textos apresentados, são notórias as preocupações com o Ensino de Ciências, a formação humana e os modos pelos quais os saberes devem fornecer experiências plenas de sentido e de significado. Por outro lado, em críticas explícitas ou subentendidas, as propostas de reflexão desvelam uma insatisfação com os currículos, com as propostas avaliativas, com os métodos de ensino e com a formas pelas quais as Ciências são apresentadas nos meios de escolarização.

Os diferentes meios pelos quais os saberes são constituídos mostram-nos os modos pelos quais as ciências são vivas; como elas são formuladas e reformuladas por todos nós. Humanos e saberes estão de tal maneira interconectados que possuem a marca da *imperfeição*, o destino de nunca serem acabados. Desse modo, ao refletirmos a respeito dos processos educacionais no ensino de Ciências, constatam-se as formas nas quais as experiências educacionais favorecem a constituição de sentidos, ora na apresentação formal de uma teoria, ora nos meios de divulgação científica, ou ainda nas apresentações histórico-culturais nos diversos níveis sociais.

Dentre as propostas em desenvolvimento nos projetos reunidos no Programa Educare, faz-se notar a atuação na construção e na divulgação de abordagens e de metodologias para o Ensino de Ciências, de Matemática e Artes. Dentre as atividades, os diálogos, os debates, a integralização da pesquisa, do ensino e da extensão em projetos transdisciplinares deve-se considerar a sistematização de nossas ideias, experiências e relatos como uma etapa importante para que um contínuo diálogo seja estabelecido.

Evidentemente, como em qualquer ato comunicativo, há pontos que são evidenciados e outros que são negligenciados; características que são enaltecidas e outras que são silenciadas; ações que são lembradas e outras que são esquecidas. Em nenhum momento, entretanto, as ideias possuem um fim em si mesmas e podem ser consideradas plenamente realizadas. A exemplo dos humanos, seres viventes políticos, elas se constroem em diferentes formas de materialização possíveis, dentre essas: o texto. Esse, por sua vez, ganha vida nos atos de leitura e em suas distintas formas de apropriação. Desse modo, a esperança do contínuo diálogo manifesta-se em práticas pedagógicas, em discussões teóricas, em oficinas práticas em outras atividades de tessituras e de reescritas do mundo.

Os integrantes do Programa Educare promovem distintos espaços de diálogo, dentre os quais debates, seminários, congressos e cursos com o enfoque na Educação Científica, Matemática, Cultural e Artística. Alocado no Instituto de Aplicação da Uerj, dentre os docentes que compõem as atividades temos integrantes de Desenho e de Design, disciplinas que não são vistas com facilidade nas grades curriculares e em processos de formação de professores. Nesse contexto, dentre os variados centros e ambientes educacionais que o Programa atua, elementos e características estéticas se fazem notar por sensibilidades artísticas, literárias, científicas e matemáticas de todos os seus integrantes, contribuindo para um diálogo fraterno e amplo entre todas as *epistemai*. A publicação desses textos, portanto, reflete o desejo de expressão de pesquisas acadêmicas, materiais de divulgação científica, acervos de exposição pedagógica e materiais pedagógicos criados nos projetos que integram o Programa.

Os textos apresentados possibilitam um espaço aberto para uma discussão das pesquisas em Educação, em particular em suas interfaces com as Ciências, as Matemáticas, as Artes e as Tecnologias. São evidenciados os processos de uma formação científica e cidadã a partir da promoção de práticas pedagógicas em

variados ambientes pedagógicos, incluindo escolas públicas e instituições científicas.

O capítulo *Contribuições do Podcast PIEF: Educação e Divulgação Científicas e Formação de Professores* indica-nos a importância de experiências educacionais que integrem formas de vivenciar as práticas de ensino-aprendizagem em um período de constante avanço nos processos virtuais e digitais no mundo contemporâneo. Nesse contexto, observam-se os meios pelos quais as divulgações científicas auxiliam na exposição e na elucidação de conceitos, de práticas e de experiências científicas, em especial na formação de professores.

Em *Reflexões sobre Práticas Avaliativas em Matemática*, os autores apresentam um panorama das teorias avaliativas e suas repercussões na construção de ambientes educativos em matemática, em especial como os processos avaliativos dialogam com estruturas curriculares, práticas sociais, elementos formativos e sistematizações somativas. Desse modo, as concepções humanas a respeito do Ensino, da Matemática e da Avaliação estão intrinsecamente associadas na criação de ambientes de ensino-aprendizagem, constituindo interfaces entre propostas somativas em larga escala, as quais produzem hierarquização social por constituírem formas de acesso a espaços simbólicos, e considerações avaliativas contínuas e gradativas em contextos particulares.

Construindo um Museu Virtual Usando Artsteps dialoga também com os modos pelos quais as tecnologias, a realidade virtual e os ambientes digitais auxiliam na comunicação e na disseminação dos saberes. Nesse sentido, muitos museus ao redor do mundo buscam sistematizar e expor seus patrimônios em canais imersivos de galerias virtuais, possibilitando visualização e uma visitação virtual com o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs). Esses espaços são apresentados como uma importante ferramenta para explorar competências e habilidades curriculares reunidas na BNCC, em especial ao utilizar o aplicativo

gratuito Artsteps para a criação de exposições que possam facilitar discussões e práticas de ensino em diversas áreas do conhecimento.

Ao avaliar as interações linguísticas e semióticas no Ensino de Matemática, especificamente em um resumo teórico das relações entre Matemática, Linguagem e Cognição, a proposta intitulada *Matemática, Linguagem e Cognição: Considerações Teóricas sobre as Interfaces Linguísticas e Semióticas no Ensino de Matemática* defende como estudos específicos dos processos cognitivos podem auxiliar na criação de ambientes educacionais dinâmicos, especificamente ao salientar as relações existentes entre pesquisas linguísticas e conceito matemáticos. Os entendimentos a respeito da Linguagem perpassam os modos como os atos comunicativos, da língua e das ciências, potencializam e delimitam as apreensões humanas.

Em *Metodologias Lúdicas para o Ensino de Biologia Celular: Foco em Alunos com Transtorno do Espectro Autista na Rotina do CONAPNE-IFRJ*, a importância de uma área das Ciências para a inserção social dos estudantes pode ser contrastada pelos processos de escolarização que apresentam as marcas da exclusão. Nesse contexto, a partir do Ensino de Biologia Celular com alunos do Espectro Autista, apresentam-se meios de superar as desconexões vivenciadas entre o ensino e a realidade dos educandos por práticas lúdicas que busquem promover um aprendizado mais interativo que estimule a curiosidade e também crie oportunidades de uma melhor assimilação dos conteúdos formais da Biologia, além de promover diferentes modos de envolver social e pedagogicamente todos aqueles que participam das experiências didáticas.

Os relatos de experiências reunidos em *Transformações Geométricas como Vetores de Significados para os Números Negativos e a Linguagem Algébrica* apresentam maneiras de explorar translações e reflexões com estudantes do 7º ano, favorecendo a criação de experiências investigativas na integração entre conceitos geométricos e algébricos. Defende-se que uma inversão curricular, na qual as transformações geométricas seriam apresentadas antes de uma formalização dos números simétricos, possibilitaria uma construção mais apropriada para o desenvolvimento cognitivo dos

educandos no período de escolaridade destacado. Contribui-se, portanto, para uma importante discussão a respeito da construção de sentido, de processos de formalização e possibilidades de abstração na faixa etária selecionada.

A indissociabilidade entre pesquisa, ensino e extensão apresenta-se nitidamente em *O Uso do QR Code em Material Didático de Química de Um Projeto de Iniciação à Docência*. Ao construir uma cartilha didática com a tecnologia de *Quick Response* com um meio de divulgar resultados científicos e práticas saudáveis para o combate da Covid-19, o trabalho destaca a importância social do Ensino de Ciências e os meios de comunicação social, sobretudo diante de tantos discursos contrários aos saberes e, em muitos momentos, ao senso comum, que afetaram milhões de pessoas durante a pandemia vivenciada. Nesse contexto, a cartilha apresentada redireciona rapidamente o leitor para uma coletânea de dados e informações que podem ser usadas em contextos didáticos, mas também em processos de conscientização social.

Os modos pelos quais as ferramentas tecnológicas podem auxiliar os humanos nessas interfaces propostas também podem ser vistos em *Inteligência Artificial como Aliada: Trabalho Docente com o Chat GPT*. Pondera-se a respeito de como os desenvolvimentos de mecanismos mais potentes de *Inteligência Artificial* (IA), e.g., *Chat GPT*, podem auxiliar na pesquisa, na coleta de dados e na construção argumentativa a partir das variadas funções oferecidas por esses instrumentos. Nesse sentido, para ilustrar a potencialidade e a eficácia da ferramenta, o texto apresenta o resultado de satisfação na produção de um cronograma para o ensino de áreas da Ciência, considerando que a coleta organizada pela ferramenta foi satisfatória pela avaliação dos professores que foram perguntados. Nesse sentido, o texto defende que o *Chat GPT* possa ser utilizado para que os processos de ensino-aprendizagem sejam mais dinâmicos e adaptáveis a contextos didáticos específicos.

Explorar espaços não formais de aprendizagem mostra-se perceptível também em *Expedições Científicas para a Educação Básica*,

sobretudo ao relacionar a aplicação dos conceitos apreendidos em outros contextos de aplicação. Acredita-se, assim, que o envolvimento com o conteúdo será feito de maneira mais contextualizada, estimulante e compreensível. As interações feitas pelos educandos favorecem à criação de desenvolvimentos pessoais e coletivos, em aquisições formais e informais dos saberes, possibilitando o aprofundamento de temas científicos particulares e também a integração com expressões histórico-culturais. Constata-se, portanto, que as interações sociais favorecem o interesse e o aprofundamento da aquisição do conteúdo científico em interações entre os diversos ambientes de aprendizagem.

Jean Felipe de Assis

CONTRIBUIÇÕES DO PODCAST PIEF: EDUCAÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICAS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES[1]

Andreson Luis Carvalho Rêgo
Henrique Baptista da Silva Júnior
Ruan Teixeira da Silva
Victor Almeida de Assis

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A educação científica, no contexto da Educação Básica, pode ser tratada como o conjunto de estratégias didático-metodológicas, epistemológicas e pedagógicas que culminem, respectivamente, na promoção de alfabetização e letramento científicos de sujeitos nos diferentes níveis de ensino.

Sasseron e Machado (2017, p. 13) – amparados nas percepções freirianas sobre alfabetização, na qual o sujeito, para além de um domínio mecânico do ato de ler e escrever, é capaz de atuar como agente que interfere e transforma seu contexto – defendem a alfabetização científica como o ato de:

> pensar, planejar e objetivar uma concepção de ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos. O alfabetizado cientificamente deverá ter condições de modificar este mundo e a si mesmo por meio da prática consciente propiciada pela sua interação com saberes e procedimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico.

[1] https://doi.org/10.51795/97865265161711338

Cunha (2018) defende que:

> o letramento científico enfoca as práticas sociais de uso do conhecimento científico, tanto em termos práticos quanto cívicos, no exercício da cidadania na vida cotidiana.

Há ainda trabalhos dedicados à análise, contornos e reflexões sobre possíveis semelhanças e distinções que podem ser atribuídas a esses termos (Santos, 2007; Teixeira, 2013; Travatski, 2024). Em adição às definições pregressas, podemos citar que "A educação em ciências que visa respeitar e considerar a diversidade cultural requer ênfase nas interações socioculturais em sala de aula", como aponta Baptista (2018, tradução nossa, grifo nosso). Por essa razão, a autora defende a necessidade de promoção de diálogos entre os estudantes como estratégia de engajamento para o aprendizado na educação em ciências.

Já o ensaio de Alves-Brito e Alho (2022) propõe reflexões sobre educação e divulgação científicas, especificamente, das ciências físicas (Astronomia e Física), na perspectiva étnico-racial. O objetivo é construir estratégias que fomentem a discussão e a execução das Leis Federais 10.639 e 11.645, além do cumprimento das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Quilombola na educação em ciências, tanto na Educação Básica quanto na Educação Superior. Segundo os autores, é:

> urgente desenvolvermos estratégias de educação e comunicação nessas áreas, tendo como foco principal o desmantelamento do racismo em todas as suas vertentes, principalmente no caso do racismo institucional e epistêmico, que afeta sobremaneira as políticas colocadas em prática em instituições educacionais e de divulgação de ciências no Brasil (Alves-Brito; Alho, 2022, p. 3).

Dialogando com o trabalho anterior, Rosa (2023) apresenta à comunidade brasileira de educação científica seus entendimentos sobre a Teoria Crítica da Raça (TCR) com o objetivo de dar início a

um diálogo sobre as diversas potencialidades da TCR para uma educação científica voltada para as relações étnico-raciais.

A educação científica também pode ser explorada a partir de aspectos histórico-filosóficos. Particularmente, no que tange à formação docente, quando:

> Adequadamente contextualizada, a história da ciência permite uma reflexão crítica sobre a ciência como um produto dinâmico do conhecimento humano, criado por indivíduos em dado contexto cultural e histórico, revelando a face humana da ciência. Abordar a dimensão filosófica da história da ciência pode contribuir para a formação do professor de uma disciplina científica, pois sua prática educativa transmite os resultados de uma área permeados por uma concepção sobre natureza da ciência (Forato, 2009, p. 7-8).

Ou seja, ao incorporar a história e a filosofia da ciência na formação de professores, favorecemos uma educação mais crítica e contextualizada.

Além disso, a inclusão de elementos biográficos de cientistas pode contribuir para uma compreensão mais abrangente do fazer ciência. Nesse sentido, Gomes e Francisco Junior (2024) destacam a importância do estudo biográfico para a compreensão da atividade científica, refletindo o impacto de fatores sociais, como gênero e raça, na produção do conhecimento científico. Ainda segundo esses autores:

> biografias tornam-se possibilidade para a inserção de aspectos da história e epistemologia da ciência, sobretudo conferindo um caráter mais humanístico e valorizando figuras que raramente ocupariam um primeiro plano. (...) Isso porque, além de aspectos científicos, são colocados em perspectiva os dilemas, esforços, falhas e sucessos na construção do conhecimento (Gomes; Francisco Junior 2024, p. 3).

Dessa forma, integrar a biografia de cientistas ao ensino humaniza a ciência e evidencia a influência das experiências pessoais e contextos sociais na construção do conhecimento.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), principal documento orientador da Educação Básica brasileira na contemporaneidade, encontramos elementos de educação científica que corroboram o que afirmamos anteriormente. Note que:

> Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (Brasil, 2018, p. 537).

Entre as ferramentas que auxiliam os processos de educação científica destaca-se o uso das chamadas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), essencialmente, recursos pedagógico-digitais que podem atuar como mediadoras desses processos. De acordo com Schivane *et al* (2017, p. 9), as TDIC: "correspondem a todas as tecnologias que interferem na informação e na comunicação entre os seres através de um conjunto de recursos tecnológicos utilizados de forma integrada com um objetivo comum". Inclusive, na BNCC, encontramos competências e habilidades específicas sobre uso de TDIC em Ciências da Natureza (vide Quadro I).

Quadro I. Algumas competências e habilidades de Ciências da Natureza na BNCC

Competência específica 3
Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
Habilidade EM13CNT302
Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

Fonte: Brasil, 2018, p. 544–545.

De fato, conforme Castro *et al* (2019): a BNCC "traz fortemente à tona a questão do letramento digital, fazendo das TDIC protagonistas de muitos processos educativos". Ainda de acordo com essas autoras:

> o documento reconhece o desafio imposto pela sociedade contemporânea à educação, levando em conta que, apesar do contexto tecnológico disponibilizar uma infinidade de informações, cabe ao usuário saber fazer a curadoria dessas informações. O termo curadoria é oriundo do campo das artes e diz respeito à checagem de dados, comparação de informações e de sites. Sendo assim, o usuário das TDIC deve saber avaliar para selecionar com criticidade as fontes, além de agir com ética, tanto ao compartilhar informações como ao interagir nas mídias sociais, evitando a intolerância e o discurso de ódio.

Não menos importante, Watanabe (2019, p. 131), aponta que as TDIC não podem ser limitadas ao mero uso de dispositivos digitais, sendo necessária, em adição, a "promoção de uma consciência crítica e complexa do mundo".

A divulgação científica, por sua vez, corresponde a uma série de processos comunicativos que torna acessível e compreensível ao público não-especializado os conhecimentos científicos produzidos nos espaços formais de pesquisa. Em outras palavras, trata-se de um gênero que reúne mecanismos de popularização e democratização do acesso ao conhecimento científico (Correia; Sauerwein, 2017; Pugliese *et al*, 2021).

No contexto da Educação Básica, o tratamento e a interpretação de textos de divulgação científica é, inclusive, uma habilidade (EM13CNT303) indicada pela BNCC. Note:

> Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (Brasil, 2018, p. 545).

Talvez um formato bastante conhecido no meio das TDIC seja o podcast, mídias digitais de áudio, disponibilizadas para serem baixadas ou transmitidas pela internet, um recurso cada vez mais requisitado para a promoção de educação e divulgação científicas (Dantas-Queiroz *et al*, 2018; MacKenzie, 2019; Kulkarni; Whitworth, 2022; Celarino *et al*, 2023; Martins *et al*, 2023).

O termo "podcast" surge a partir da combinação das palavras "Ipod", o famoso tocador de arquivos com extensão mp3 da Apple, amplamente popularizado no início dos anos 2000, e "broadcast", que significa transmissão (Berto; Greggio, 2021; Celarino *et al*, 2023). O termo original, "podcasting", foi cunhado

em 2004 por Ben Hammersley em uma reportagem publicada no jornal "The Guardian"[2].

Na literatura, encontramos diversos trabalhos que abordam o surgimento e a expansão de podcasts em ambientes educacionais, tanto no Brasil (Berto; Greggio, 2021; Celarino *et al*., 2023; Martins; Soares; Stamm, 2023) quanto no exterior (Quadrado, 2009; MacKenzie, 2019; Kulkarni; Whitworth, 2022). Além disso, há artigos que exploram a potencialidade dos podcasts em relação a diferentes metodologias (Freire, 2015), práticas de letramento (Lenharo; Cristovão, 2016; Berto; Greggio, 2021; Pereira; Bernardes, 2023), pautas emancipadoras das mulheres na contemporaneidade (Carlos; Santos, 2023) e na formação de professores (Scartezini; Arantes, 2023; Moura, 2024). Esses estudos evidenciam a relevância dos podcasts como ferramentas pedagógicas versáteis e inovadoras.

Motivados pelas potencialidades do uso de podcasts na educação e disseminação científicas na educação básica e para a formação inicial e continuada de professores, investigamos, neste trabalho, as contribuições dos episódios do chamado Podcast Pief, um produto educacional do Projeto π-EF: Produções Inteligentes para o Ensino de Física (Pief), para a educação e divulgação científicas e a formação de professores.

A metodologia deste trabalho é de natureza descritiva e qualitativa, mesclando elementos de estudo de caso com base em um relato de experiência. Analisamos alguns episódios de podcast do Projeto Pief e avaliamos a relevância e potencialidade de possíveis contribuições para educação e divulgação científica e a formação de professores.

O texto está estruturado como segue. Inicialmente, apresentamos um histórico das ações extensionistas do Projeto Pief. Em seguida, oferecemos uma breve linha do tempo sobre as temporadas do Podcast Pief oficialmente publicadas. Na seção subsequente, discutimos os principais resultados de nossa

[2] Disponível em: https://www.theguardian.com/media/2004/feb/12/broadcasting.digitalmedia. Acesso em: 07 out. 2024.

investigação, selecionando alguns episódios desse podcast para análise e discussão. Por fim, apresentamos nossas considerações finais e perspectivas.

SOBRE O PROJETO PIEF

O projeto π-EF: Produções Inteligentes para o Ensino de Física[3] é uma atividade de extensão apoiada institucionalmente pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj) desde 2016. O projeto é desenvolvido pela equipe de Física do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-Uerj) e colaboradores internos e externos à Uerj. Trata-se de um conjunto de ações dedicadas à elaboração de produtos educacionais gratuitos, em diversos formatos digitais, em complemento ao currículo de Física adotado no CAp-Uerj e por outras instituições de ensino, preferencialmente, ao nível da educação básica.

Atualmente, o projeto confecciona:

- apostilas
- videoaulas teóricas e de práticas experimentais
- podcasts
- postagens científicas no Instagram

As apostilas cobrem tópicos presentes na componente curricular de Física do CAp-Uerj. Futuramente, cada apostila corresponderá a um capítulo de livro que reunirá, separadamente, os tópicos de Mecânica, Termologia, Óptica, Ondulatória, Eletromagnetismo e Física Moderna e Contemporânea do currículo adotado no CAp-Uerj, para os diferentes anos de escolaridade, particularmente, do 9° ano do ensino fundamental ao 3° ano do ensino médio. Cada apostila é acompanhada ainda de um livro de resoluções dos exercícios propostos na parte teórica. Até o momento, o projeto conta com cinco apostilas oficialmente publicadas (vide Quadro II).

[3] Disponível em: https://pief.capuerj.com.br/. Acesso em: 07 out. 2024.

Quadro II. Apostilas oficialmente publicadas

Tópico	Título	Publicação
Mecânica	Equilíbrio de corpos	04/2019
Mecânica	Caderno de resolução – Equilíbrio de corpos	02/2021
Termologia	Calor e temperatura	03/2020
Termologia	Caderno de resolução – Calor e temperatura	05/2021
Termologia	Dilatação	12/2022

Fonte: Os autores, 2024.

As videoaulas do projeto também abordam temáticas presentes no currículo de Física do CAp-Uerj (Pief, 2016). As videoaulas podem ser teóricas ou de prática experimental, contextualizadas, geralmente de curta-duração, e oferecem acessibilidade por meio da opção de legendas em língua portuguesa. O objetivo principal deste produto educacional é contribuir para a alfabetização e letramento científicos de seus expectadores. Até o momento, foram publicadas 16 videoaulas, sendo nove teóricas e sete de prática experimental (vide Quadro III).

Quadro III. Videoaulas oficialmente publicadas

Tópico	Videoaulas teóricas (t) e experimentais (e)	Publicação
Mecânica	Resistores em série e em paralelo (e)	01/2017
Óptica	Refração no Dioptro de acrílico (e)	01/2017
Óptica	Reflexão no espelho plano (e)	01/2017
Mecânica	Função horária do MRU (t)	01/2017
Mecânica	Pressão, densidade e lei de Stevin (t)	01/2017
Eletromagnetismo	Campo elétrico (t)	03/2017
Mecânica	Lei da gravitação universal de Newton (t)	06/2017
Mecânica	Corpos em órbita (t)	06/2017

Arduíno	Tinkercard e Arduíno (t)	02/2018
Termologia	Calor e temperatura (t)	02/2022
Termologia	Termômetros (t)	09/2022
Termologia	Breve história sobre as escalas termométricas usuais (t)	05/2023
Termologia	Conversão de algumas escalas termométricas (t)	09/2024
Mecânica	Lei de Stevin (e)	09/2024
Eletrônica	Usando a protoboard (e)	09/2024
Eletromagnetismo	Lei do Ohm (e)	10/2024

Fonte: Os autores, 2024.

Os podcasts do projeto Pief estão reunidos em temporadas sob a denominação de "Podcast Pief". Trata-se de um produto educacional que atende às demandas do projeto, apresentando, sempre que possível, aspectos interdisciplinares, elementos biográficos e de História da Ciência, além de temáticas voltadas à popularização de Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica (Assis, 2024a[4]). No quadro IV a seguir, informamos a quantidade de episódios e o formato deles em cada temporada. Maiores detalhes serão fornecidos em uma seção futura neste trabalho.

Quadro IV. Temporadas de podcasts oficialmente publicadas

Temporada	**Quantidade de episódios**	**Formato**	**Publicação**
1	8	Monólogos e diálogos	09/2022
2	10	Monólogos e diálogos	02/2023
3	12	Entrevistas	09/2023
4	10	Monólogos e diálogos	09/2024

Fonte: Os autores, 2024.

[4] Disponível (provisoriamente) em: https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epef/xx/programa/trabalhos.asp?sesId=40.

As postagens científicas na página do projeto no Instagram representam uma inovação do catálogo de produtos educacionais do Pief. Os conteúdos implementam divulgação científica na perspectiva do jornalismo científico, contribuindo com a educação científica de estudantes da educação básica, além de outros níveis de ensino, e estendendo-se ao público que se interessa por temáticas de ciência em geral (Assis, 2024b). Dessa forma, as postagens científicas no Instagram, em formato de Publicação, Reels e Carrossel, estão alinhadas ao escopo do projeto. A escolha dessa rede social, em particular, deve-se ao fato de ser uma das mais utilizadas no Brasil e pela sua oferta de métricas que permitem avaliar, com alguma precisão, o alcance dos materiais produzidos (vide Quadro V).

Quadro V. Postagens científicas oficialmente publicadas

Temática	**Formato**	**Publicação**
Supercondutividade	Publicação	05/2024
Einstein e a "teoria de tudo"	Carrossel	05/2024
70 anos do CERN	Reels	06/2024
100 anos de César Lattes	Carrossel	07/2024
Bóson de Higgs	Reels	09/2024

Fonte: Os autores, 2024.

Atualmente, o Projeto Pief é formado por 18 integrantes, sendo 15 vinculados à Uerj e três colaborações externas. Na Uerj, oito membros são docentes da equipe de Física do CAp-Uerj e sete são colaboradores do Instituto de Física/Uerj, sendo dois docentes, dois estudantes de pós-graduação e três discentes de graduação. O Pief conta ainda com um canal no Youtube[5] para disponibilização e divulgação de seu catálogo de produtos digitais, além da mencionada

[5] Disponível em: https://www.youtube.com/@projetopief. Acesso em: 08 out. 2024.

página no Instagram[6]. Na próxima seção, apresentamos as contribuições do Podcast Pief para a educação básica.

PODCAST PIEF: LINHA TEMPORAL

O Podcast Pief é um produto educacional criado em 2022, em concordância com os objetivos centrais do Projeto Pief, dedicado à criação de episódios de podcasts multitemáticos, com base em roteiros, formatados em monólogos, diálogos e entrevistas. Os episódios são reunidos em temporadas cuja quantidade e periodicidade são definidas pelos membros do projeto nas reuniões de planejamento das atividades (vide Figura 1).

Figura 1. Linha do tempo das temporadas do Podcast Pief

(fonte dos autores).

A hospedagem dos episódios ocorre por meio de um agregador de podcasts, que os redistribui para diversas plataformas. Sob o ponto de vista da inclusão, uma versão de cada episódio, com legendas, é ainda disponibilizada na página do

[6] Disponível em: https://www.instagram.com/projetopief/. Acesso em: 08 out. 2024.

projeto no YouTube, reorganizadas também em listas de reprodução.

A primeira temporada apresentou oito episódios, publicados quinzenalmente, entre fevereiro e dezembro de 2023 (vide Quadro VI). As temáticas versaram sobre Termologia (T1E01, T1E02, T1E03), Física Moderna e Contemporânea (T1E04), Astronomia (T1E05), Eletricidade (T1E06, T1E08) e História da Ciência (T1E07). A ordenação dos episódios segue a nomenclatura "TNENN", em que "TN" indica a temporada e "ENN" a ordem de publicação do episódio. Encontramos, nesta temporada, episódios que dialogam com tópicos do currículo regular de Física na educação básica, apresentando elementos biográficos e dados historiográficos da ciência que complementam ou podem ir além do que se geralmente discute em sala de aula.

Quadro VI. Episódios da temporada 1 do Podcast Pief

Episódio	Título	Publicação
T1E01	A evolução do termômetro entre os séculos XVI e XXI	19/09/2022
T1E02	Uma breve história sobre Fahrenheit e sua escala termométrica	03/10/2022
T1E03	A escala Kelvin e o zero absoluto na ciência	17/10/2022
T1E04	Radiação de corpo negro e Max Planck	31/10/2022
T1E05	As contribuições para a astronomia realizadas por Tycho Brahe e Johannes Kepler	14/11/2022
T1E06	Benjamin Franklin: mais que um dos Pais Fundadores dos Estados Unidos	28/11/2022

T1E07	O grande salto da Ciência Moderna provocado por Isaac Newton e Edmond Halley	12/12/2022
T1E08	Eletricidade e magnetismo: duas faces da mesma moeda para James Clerk Maxwell	26/12/2022

Fonte: Os autores, 2024.

A segunda temporada apresentou 10 episódios, publicados quinzenalmente, entre fevereiro e junho de 2023 (vide Quadro VII). Nesta temporada, encontramos episódios focados em Física Moderna e Contemporânea, como aqueles dedicados a biografia de Einstein e sua Relatividade Especial (T2E01, T2E02) e os de Física de Partículas (T2E07, T2E08, T2E10), com destaque para o episódio dedicado a dois grandes cientistas brasileiros: José Leite Lopes e César Lattes. Há ainda episódios sobre Gravitação e Astronomia (T2E03, T2E09) e Eletromagnetismo (T2E04, T2E05, T2E06), todos apresentando fortes conexões com a biografia de cientistas envolvidos nas descobertas e investigações científicas inerentes ao roteiro do episódio e História da Ciência.

Quadro VII. Episódios da temporada 2 do Podcast Pief

Episódio	**Título**	**Publicação**
T2E01	Quem era Albert Einstein antes de 1905?	13/02/2023
T2E02	Albert Einstein e o miraculoso ano de 1905	27/02/2023
T2E03	Nosso universo aos olhos de Newton e Einstein	13/03/2023
T2E04	Henry Cavendish: o homem que pesou a Terra!	27/03/2023
T2E05	A história de Georg Simon Ohm	10/04/2023
T2E06	De Faraday às usinas hidrelétricas	24/04/2023
T2E07	Elétron, a primeira partícula elementar?	08/05/2023
T2E08	Leite Lopes e César Lattes: dois expoentes da física brasileira	22/05/2023

T2E09	Os sistemas planetários de Ptolomeu e Copérnico	05/06/2023
T2E10	Bósons mediadores das interações fundamentais	19/06/2023

Fonte: Os autores, 2024.

A terceira temporada apresentou 12 episódios, publicados semanalmente entre setembro e dezembro de 2023 (vide Quadro VIII). Ela foi dedicada a uma série de entrevistas com alguns membros do Projeto Pief, com o objetivo de estabelecer conexões empáticas entre os integrantes do projeto e seus ouvintes e espectadores. Os entrevistados fizeram uma breve retrospectiva de suas carreiras e comentaram sobre suas ações no âmbito do projeto.

Quadro VIII. Episódios da temporada 3 do Podcast Pief

Episódio	**Título**	**Publicação**
T3E01	Podcast Pief entrevista Victor Almeida	11/09/2023
T3E02	Podcast Pief entrevista Henrique Baptista	25/09/2023
T3E03	Podcast Pief entrevista Andreson Rêgo	09/10/2023
T3E04	Podcast Pief entrevista Bruno Osório	23/10/2023
T3E05	Podcast Pief entrevista Thiago Daboit	30/10/2023
T3E06	Podcast Pief entrevista Flávia Jasmim	06/11/2023
T3E07	Podcast Pief entrevista Maria Beatriz	13/11/2023
T3E08	Podcast Pief entrevista Paula Ribeiro Alho	20/11/2023
T3E09	Podcast Pief entrevista Bruno Alho	27/11/2023
T3E10	Podcast Pief entrevista Letícia Ferreira	04/12/2023
T3E11	Podcast Pief entrevista Elizandra Martins	11/12/2023
T3E12	Podcast Pief entrevista Thiago Almeida	18/12/2023

Fonte: Os autores, 2024.

Já a quarta temporada manteve uma periodicidade predominantemente semanal, sendo exibida entre agosto e novembro de 2024 (vide Quadro IX). Essa temporada apresentou um par de episódios conectados à Física Clássica, particularmente, fenômenos mecânicos (T4E04) e fenômenos elétricos (T4E06). Os restantes foram dedicados à Física Moderna e Contemporânea, como é o caso dos episódios sobre Física de Partículas (T4E01, T4E02, T4E03, T4E05), Cosmologia (T4E07), Emissão da Luz (T4E08) e aqueles sobre fenômenos de vácuo quântico (T4E09, T4E10). Foi também a temporada com a maior quantidade de episódios dedicados à Física de Partículas.

Quadro IX. Episódios da temporada 4 do Podcast Pief

Episódio	**Título**	**Publicação**
T4E01	Pósitron, a primeira partícula de antimatéria revelada	05/08/2024
T4E02	Bóson de Higgs	19/08/2024
T4E03	CERN, uma das consequências da bomba atômica	26/08/2024
T4E04	Aristóteles, Galileu e o movimento dos corpos	02/09/2024
T4E05	Irmãos e primos do elétron	09/09/2024
T4E06	Abelhas, campos elétricos e polinização: como se relacionam?	16/09/2024
T4E07	Uma introdução aos buracos negros	23/09/2024
T4E08	Sobre a emissão da Luz	14/10/2024
T4E09	Afinal, a natureza tem horror ao vácuo?	21/10/2024
T4E10	Forças quânticas de vácuo	28/11/2024

Fonte: Os autores, 2024.

Há ainda a expectativa de uma quinta temporada, a ser produzida ainda em 2024, com perspectiva de serem disponibilizados, excepcionalmente, em fevereiro de próximo ano. A partir de 2025, tendo em vista o planejamento das atividades e as

demandas do Projeto Pief a longo prazo, será disponibilizada apenas uma temporada de podcast por ano, no segundo semestre, com periodicidade semanal.

CONTRIBUIÇÕES DO PODCAST PIEF

Nesta seção, discutimos as contribuições do Podcast Pief para a educação e a divulgação científicas e suas potencialidades para a formação de professores. Para isso, selecionamos alguns episódios deste podcast, em diferentes temporadas, para análise e comentários.

Quadro X. Episódios selecionados do Podcast Pief

Título	**Episódio**
Uma breve história sobre Fahrenheit e sua escala termométrica	T1E02
Henry Cavendish: o homem que pesou a Terra!	T2E04
Bósons mediadores das interações fundamentais	T2E10
Abelhas, campos elétricos e polinização: como se relacionam?	T4E06

Fonte: Os autores, 2024.

Os episódios selecionados apresentaram duração aproximada de 8 minutos, o que tem sido uma característica predominante no podcast do projeto sob investigação. Entre os narradores, pelo menos um deles foi também autor do roteiro que produziu o texto narrado em cada episódio. Além disso, o processo criativo dos episódios pode estimular e despertar nos ouvintes a curiosidade e o exercício do questionamento, o que pode ser interpretado como um aspecto de formação crítica.

Educação e divulgação científicas

O episódio T1E02, intitulado: "Uma breve história sobre Fahrenheit e sua escala termométrica"[7], foi o segundo publicado na temporada inaugural do Podcast Pief. O texto deste episódio foi narrado, em forma de diálogo, por três participantes que interagiram entre si. O episódio é riquíssimo de informações sobre as motivações que levaram Daniel Fahrenheit a construir seu termômetro e os pontos fixos de sua escala termométrica. Além disso, estabelece várias pontes com conceitos de Termologia familiares para estudantes da educação básica, sem renunciar o uso de uma linguagem acessível para quem ainda não teve contato com esse ramo da Física. Apresenta também informações curiosas sobre Fahrenheit, cuja trajetória é pouco explorada em textos didáticos.

O episódio T2E04, intitulado: "Henry Cavendish: o homem que pesou a Terra!"[8], foi o quarto publicado na segunda temporada do Podcast Pief. A narração foi realizada em formato de monólogo. O áudio inicia com uma breve biografia de Henry Cavendish, descrevendo-o como alguém discreto. Em seguida, cita alguns de seus trabalhos nas ciências químicas – como a descoberta do hidrogênio, cunhado posteriormente por Lavoisier – e estudos em Astronomia, Gravitação, Eletricidade, Magnetismo e Termodinâmica. Por fim, comenta a mais notável contribuição desse cientista: a estimativa da massa e da densidade da Terra, realizada a partir de aperfeiçoamentos da balança de torção de John Mitchell. Por conta de seu perfil introspectivo, algumas de suas descobertas não foram publicadas. Contudo, anos mais tarde, algumas dessas descobertas se tornaram públicas por James Clerk Maxwell[9] – um dos mais eminentes teóricos do chamado Eletromagnetismo Clássico. Há um episódio publicado pelo Podcast Pief em sua homenagem – e Sir Joseph Larmor, reunidas

[7] Disponível em: https://youtu.be/TSUsPVGJI4g
[8] Disponível em: https://youtu.be/WinJh9P4-nA
[9] Disponível em: https://youtu.be/nHCix54xe0U.

na obra "The Scientific Papers of the Honourable Henry Cavendish". Esses trabalhos teriam antecipado em anos algumas das principais conclusões da teoria eletromagnética clássica, que impulsionou muitos avanços tecnológicos no começo do século XX.

O episódio T2E10, intitulado: "Bósons mediadores das interações fundamentais"[10], finalizou a segunda temporada do podcast investigado neste trabalho. A narração foi realizada com base em um diálogo entre dois participantes, que interagiram entre si. A conversa inicia e termina com referências ao mundo Geek, sinalizando conexões empáticas com parte dos ouvintes do podcast. Em seguida, os narradores reconstroem o conceito de força em diferentes contextos, até a escala subatômica. Posteriormente, identificam e descrevem tanto os bósons mediadores das interações fundamentais, como as próprias interações em si, apresentando alguns exemplos para facilitar a compreensão. O episódio é repleto de informações científicas relevantes sobre Física de Partículas, contribuindo para a popularização de temáticas relacionadas à Física Moderna e Contemporânea.

O episódio T4E06, intitulado: "Abelhas, campos elétricos e polinização: como se relacionam?"[11], foi o sexto publicado na quarta temporada do Podcast Pief. O texto deste episódio foi narrado por dois participantes, como em uma reportagem. Trata-se de um episódio com informações e curiosidades sobre alguns fenômenos elétricos atribuídos às abelhas. O áudio inicia com uma breve revisão de conceitos de eletrostática. Subsequentemente, os narradores comentam sobre como esses fenômenos se manifestam nas abelhas. Finalmente, comentam sobre como estruturas sensoriais especializadas presentes nesses insetos contribuem para torná-las uma das mais importantes agentes dos mecanismos de polinização. Notamos que o episódio, em várias passagens, estabelece conexões com tópicos interdisciplinares de ciências da natureza.

[10] Disponível em: https://youtu.be/KNJNWk723zI

[11] Disponível em: https://youtu.be/wPDJExjxZBQ

A análise do recorte proposto revela as conexões dos episódios com tópicos do currículo de Física da Educação Básica. Observamos também que os episódios contribuem para uma compreensão mais profunda de alguns desses elementos, a partir de aspectos interdisciplinares, biográficos e historiográficos da ciência. Acreditamos, também, que as narrativas apresentadas, em forma de diálogos e monólogos, podem estimular a curiosidade e o questionamento, contribuindo para a construção de conhecimento científico crítico. O uso de uma linguagem direta e acessível evidencia, ainda, a preocupação dos autores com a democratização do acesso à informação, essencial para a divulgação científica. Assim, os episódios de podcast do Projeto Pief se se colocam como uma ferramenta à disposição para a promoção de educação e a divulgação científicas entre seus ouvintes.

Formação de professores

Podcasts podem ser recursos didáticos potencialmente úteis e ferramentas inspiradoras para a formação inicial e continuada de professores. Ao consultar mídias digitais de áudio de educação e divulgação científicas, estudantes de licenciatura e profissionais da educação podem usar esses materiais como fontes de estudo na preparação de suas aulas e confecção de materiais didáticos complementares. Inclusive, esses recursos podem ser usados durante a aplicação de um percurso didático ou de uma sequência didática. Fragmentos ou a íntegra de um episódio de podcast podem culminar em processos de aprendizagem em educação científica como debates, estudos dirigidos, letramentos, entre outras intervenções pedagógicas.

Todos os episódios selecionados nessa análise contaram com a participação de pelo menos um dos autores dos textos narrados nesses episódios, que são professores formados ou em formação inicial, com experiência na Educação Básica. Esse atributo interfere, em alguma medida, no processo criativo dos episódios, que podem ser confeccionados a partir de uma perspectiva de seu

uso em sala de aula. Encontramos também aspectos que estimulam o desenvolvimento de competências e habilidades que tornam acessível a discussão de temas complexos, como é o caso da Física de Partículas. Observamos também elementos de interdisciplinaridade entre as ciências físicas e outras ciências da natureza. Esses recursos podem, por fim, estimular a curiosidade e o questionamento, contribuindo para a formação de criticidade, enriquecendo a experiência de aprendizagem. Dessa forma, a partir desse recorte, identificamos contribuições significativas dos episódios do Podcast Pief para a formação de professores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, apresentamos contribuições do Podcast Pief, um produto digital do Projeto de Extensão Produções Inteligentes para o Ensino de Física (Pief), para a educação e divulgação científicas, explorando suas potencialidades para a formação de professores.

Iniciamos a investigação com uma breve fundamentação teórica sobre educação científica, em seus múltiplos aspectos, bem como a divulgação científica. Nesta seção, também, apresentamos ideias sobre abordagens biográficas e histórico-filosóficas no contexto da educação científica. Esses conceitos foram posteriormente vinculados à BNCC. Em seguida, discutimos a relevância do uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), incluindo os podcasts, para potencializar a educação e a divulgação científicas. Ao longo de toda a seção, indicamos obras e trabalhos científicos como suporte, com base em nossa revisão da literatura.

Posteriormente, dedicamos uma seção para apresentar informações gerais sobre o Projeto Pief, caracterizando os itens de seu catálogo de produtos educacionais. Depois, organizamos um par de seções subsequentes para discutir os podcasts do projeto. Na primeira delas, apresentamos uma linha temporal das temporadas do Podcast Pief. Na seguinte, reunimos os principais resultados e discussões deste

trabalho. Com base na análise do recorte apresentado, concluímos que os episódios de podcast, a partir de aspectos interdisciplinares, biográficos e historiográficos da ciência, contribuem para a promoção de educação e a divulgação científicas entre seus ouvintes, além de se colocarem à disposição como ferramentas potencialmente úteis para a formação de professores.

Em síntese, as produções do Podcast Pief reforçam ainda mais a potência do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira como unidade dedicada à formação de recursos humanos para o exercício pleno da cidadania, seja para a formação científica básica de estudantes de ensino fundamental e médio, formação inicial de estudantes de licenciatura e formação continuada de profissionais da educação em suas distintas modalidades que buscam aperfeiçoar suas práticas.

REFERÊNCIAS

ALVES-BRITO, A.; ALHO, K. R. Educação para as relações étnico-raciais: um ensaio sobre alteridades subalternizadas nas ciências físicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 24, p. e37363-1 – e37363-19, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-21172022240122. Acesso em: 08 out. 2024.

ASSIS, V. A. de. *et al*. Podcast Pief e Física de Partículas: breves contribuições para inserção de física contemporânea na educação básica. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 20., 2024, Recife. Anais [...]. Recife: UFPE, 2024. Ref. P028. Disponível em: https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epef/xx/programa/trabalhos.asp?sesId=40. Acesso em: 08 out. 2024.

ASSIS, V. A. de. *et al*. Possibilities for Particle Physics teaching and outreach via scientific journalism on Instagram. *In*: ENCONTRO DE PRIMAVERA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 4., 2024, Belo Horizonte. **Resumo** [...]. Belo Horizonte: UFMG, 2024. Ref. 4DXV. Disponível em: https://www.eventweb.com.br/eps

bf2024/specific-files/manuscripts/epsbf2024/245_1719600422.pdf. Acesso em: 08 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/bncc_ensino_medio.pdf. Acesso em: 05 out. 2024.

BERTO, E. de F.; GREGGIO, S. As potencialidades do gênero *podcast* no desenvolvimento e aprimoramento da habilidade de compreensão oral na aprendizagem de língua inglesa. **Ilha do Desterro**, v. 74, n. 3, p. 183–203, set. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.5007/2175-8026.2021.e79454. Acesso em: 05 out. 2024.

CARLOS, L. A. da S.; SANTOS, M. S. T. Ativismos feministas: as apropriações da mídia podcast para a mobilização e o empoderamento de mulheres no ciberespaço. **Intercom: Revista Brasileira de Ciências da Comunicação**, v. 46, p. e2023110-1–e2023110-17, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1809-58442023110pt. Acesso em: 05 out. 2024

CELARINO, A. L. D. S. *et al*. O uso de podcasts como instrumento didático na educação: abordagens nos periódicos nacionais entre 2009 e 2020. **Educação em Revista**, v. 39, p. e40882-1–e40882-21, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-469840882. Acesso em: 07 out. 2024.

CABRAL, A. L. T.; LIMA, N. V. de; ALBERT, S. TDIC na educação básica: perspectivas e desafios para as práticas de ensino da escrita. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, v. 58, n. 3, p. 1134–1163, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/010318135542514201906 20. Acesso em: 05 out. 2024.

CORREIA, D.; SAUERWEIN, I. P. S. As leituras de textos de divulgação científica feitas por licenciandas no estágio supervisionado em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. e3401-1–e3401-16, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0260. Acesso em: 05 out. 2024.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 1, p. 27–41, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320180010003. Acesso em: 05 out. 2024.

DANTAS-QUEIROZ, M. V.; WENTZEL, L. C. P.; QUEIROZ, L. L. Science communication podcasting in Brazil: the potential and challenges depicted by two podcasts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1891–1901, abr. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170431. Acesso em: 05 out. 2024.

FORATO, T. C. M. **A natureza da ciência como saber escolar**: um estudo de caso a partir da história da luz. v.1. 232 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FREIRE, E. P. A. Potenciais cooperativos do *podcast* escolar por uma perspectiva freinetiana. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 63, p. 1033–1056, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-24782015206312. Acesso em: 07 out. 2024.

QUADRADO, S. I. G. **Podcasting no ensino da física**: estudo piloto (quase experimental) sobre reforço de aprendizagem de conteúdos. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade do Porto. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/61616. Acesso em: 07 out. 2024.

KULKARNI, S.; WHITWORTH, B. A. Podcasts in science classrooms: storytelling for all ears! **Phys. Teach**. v. 60, n. 6, p. 419–421, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1119/5.0038642. Acesso em: 07 out. 2024.

LENHARO, R. I.; CRISTOVÃO, V. L. L. Podcast, participação social e desenvolvimento. **Educação em Revista**, v. 32, n. 1, p. 307–335, jan. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-4698136859. Acesso em: 05 out. 2024.

MACKENZIE, L. E. Science podcasts: analysis of global production and output from 2004 to 2018. **R. Soc. open sci**. v. 6, n. 1, p. 180932-1–180932-18, 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1098/rsos.180932. Acesso em: 07 out. 2024.

MARTINS, L. de C.; SOARES, A. A.; STAMM, F. T. O uso de Podcasts de divulgação científica no ensino de ciências: um olhar para dissertações e teses brasileiras. **Revista eletrônica pesquiseduca**, v. 15, n. 38, p. 264–302, 2023. Disponível em: https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/1465. Acesso em: 07 out. 2024.

MOURA, K. M. de P. Produção de podcast na formação do professor: potencialidades. **Revista Docência e Cibercultura**, *[S. l.]*, v. 8, n. 1, p. 153–168, 2024. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/75200. Acesso em: 7 out. 2024.

PEREIRA, B.; BERNARDES, A. Podcasts no Ensino de Astronomia: a origem cósmica dos elementos químicos. **Revista EducaOnline**. v. 17, n. 1, p. 1 – 21, 2023. Disponível em: https://revistaeducaonline.eba.ufrj.br/edições-anteriores/2023-1/podcasts-no-ensino-de-astronomia-a-origem-cósmica-dos-elementos-químicos. Acesso em: 05 out. 2024.

PUGLIESE, A.; CASSIAVILLANI, T. P.; CARMO, V. **Divulgação científica em blogs**: uma conversa com ciência. Santo André, SP: EUFABC, 2021. p. 11–15.

ROSA, K. Artigo-parecer: educação para as relações étnico-raciais: um ensaio sobre alteridades subalternizadas nas ciências físicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 25, p. e43896-1 – e43896-12, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-21172022240140. Acesso em: 08 out. 2024.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474–492, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007. Acesso em: 05 out. 2024.

SASSERON, L. H; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática**: inovando a forma de ensinar física. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. p. 7–22. (Coleção professor inovador)

SCARTEZINI, B. C.; ARANTES, A. R. Podcast como ferramenta pedagógica na formação inicial de licenciandos em Física. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 13, p. 1–15, 2023. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/38365. Acesso em: 07 out. 2024.

SCHIVANI, M; LUCIANO, P. G.; ROMERO, T. R. **Novos materiais e tecnologias digitais no ensino de física**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. p. 7–12. (Coleção professor inovador)

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, n. 4, p. 795 – 809, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000400002. Acesso em: 05 out. 2024.

TRAVITZKI, R. Alfabetização científica: o papel dos conhecimentos específicos nas Ciências da Natureza. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 30, p. e24022-1 – e24022-15, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320240022. Acesso em: 05 out. 2024.

WATANABE, G. *et al*. Aproximações entre criticidade e complexidade: tecnologias digitais nas aulas de ciências. In: WATANABE, G. (org.). **Educação científica freiriana na escola**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

REFLEXÕES SOBRE PRÁTICAS AVALIATIVAS EM MATEMÁTICA[1]

Daniel de O. Lima
Jean Felipe de Assis

INTRODUÇÃO

As avaliações são essenciais para os processos de ensino-aprendizagem e estão alicerçadas em diversas construções simbólicas nos quais as práticas e concepções educacionais, consequentemente, os discursos sociais, culturais, técnico-científicos, econômicos e políticos, mesclam-se em âmbitos individuais e institucionais. Os participantes dos ambientes educacionais são partes integrais desse contexto, constituídos e constituintes das práticas educacionais. Desse modo, pondera-se a respeito dos modos pelas quais as avaliações padronizadas em larga escala são aplicadas, mediante características somativas intrínsecas, que gradativamente tornaram-se normativas de avaliação escolar e, consequentemente, modificaram concepções pedagógicas e experiências didáticas nas salas de aula de matemática. Por outro lado, as propostas em Educação Matemática ao redor do globo pressupõem práticas contínuas, integradas e formativas. Desse modo, considerando pressupostos avaliativos inerentes ao PISA, SAEB e ENEM, em profícuo diálogo com as teorias e tendências avaliativas, investigam-se as possibilidades de uma integralização entre práticas somativas e formativas em avaliação em matemática preservando, simultaneamente, um espaço para aperfeiçoamento técnico necessário na apreensão de conceitos e na obtenção de resultados em testes padronizados e um

[1] https://doi.org/10.51795/97865265161713971

ambiente pedagógico inclusivo que respeite os desenvolvimentos pessoais, sociais e cognitivos dos educandos. Os debates a respeito dos processos avaliativos indicam-nos oportunidades de aperfeiçoamento de nossas práticas escolares, ao mesmo tempo em que nos auxiliam na busca por maior acesso à educação, seja em nossas ações em sala de aula, seja em nossos métodos de inclusão social, profissional e acadêmica.

A partir das reflexões de Lima (2022), deseja-se aprofundar uma discussão sobre os processos avaliativos em matemática, especificamente nas articulações entre critérios formativos e somativos em suas interconexões com métodos quantitativos e qualitativos. Para tanto, em diálogo com abordagens da História da Educação Matemática, averíguam-se as raízes dos exames, testes e avaliações que tentam projetar uma imagem de rigor, de justiça e de impessoalidade (Valente, 2008); em paralelo, ao analisar movimentos educacionais ao longo do tempo, verificam-se diferentes interfaces entre as propostas pedagógicas em matemática, sobretudo em diálogo com formas de letramentos científicos e culturais, em que as avaliações escolares perpassam formas de mensuração individual, análise social dos sistemas de ensino, tomadas de decisão por imperativos éticos e processos contextualizados por regras acordadas coletivamente em propostas avaliativas para aprendizagem (Guba e Lincoln, 2011).

Constata-se, portanto, que os processos avaliativos são espaços de disputas e práticas, as quais desvelam múltiplos substratos simbólicos da pluralidade de possibilidades educacionais vivenciadas em nossos ambientes pedagógicos. As perspectivas somativas e formativas não são excludentes; ao contrário, complementam-se ao contextualizar as práticas pedagógicas e ressignificar as concepções matemático-educacionais coletivamente a partir de uma pluralidade de abordagens à disposição da comunidade escolar. Tais constatações estão alicerçadas nas concepções docentes sobre ensino e matemática nas pesquisas de Cury (1999); Thompson (1992) e Roseira (2010); em relação às concepções a respeito de avaliação e

avaliação em matemática temos os trabalhos desenvolvidos por Álvarez Méndez (2002); Black e Wiliam (1998, 2018); Fernandes (2016, 2020, 2021); Valente (2008) e Villas Boas (2006). Observam-se, portanto, como diferentes perspectivas atuam nas práticas avaliativas, as quais, nas palavras de Lima (2022) podem ser discriminadas pelos seguintes fatores: concepções a respeito da Matemática; contexto escolar; trajetória profissional do docente; contextos sociais; trajetórias acadêmicas; concepções a respeito do Ensino de Matemática. Assim, este trabalho visa identificar as relações que as avaliações em larga escala, em especial o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), as provas do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) possuem na construção curricular da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a influência que esses instrumentos possuem sobre as práticas avaliativas que se desenvolvem em sala de aula. Para tanto, propõe-se uma discussão sobre concepções de ensino e da matemática dos docentes, especificamente como essas vinculam-se às múltiplas funções da avaliação escolar. Após uma breve consideração a respeito da avaliação em Matemática, são realizadas análises qualitativas em casos específicos do PISA, do SAEB e do ENEM. Desse modo, correlacionam-se os tópicos apresentados com os referenciais teóricos das propostas de avaliação para testes padronizados em larga escala.

Concepções de Matemática e Ensino

A delimitação da ideia de concepção requer um ardoroso trabalho filosófico, impossível de ser realizado nos moldes e nos propósitos deste texto. Contudo, observam-se as associações epistemológicas entre o saber seguro, a mera opinião, as condições de possibilidade para efetivar essas distinções e as maneiras pelas quais percepção e expressão podem ocorrer. Não por acaso, sem adentrar em estudos aprofundados, especificamente diante da história dos conceitos e as crises a respeito da representação, as

controvérsias sobre os limites do entendimento humano decorrentes das transformações epistemológicas desde a Modernidade apresentam formas de entender a ideia de concepção em variados contextos, e.g., nas disputas entre David Hume e Thomas Reid; nas Críticas Kantianas; na Fenomenologia de Edmund Husserl; nas análises Heideggerianas; e em círculos da Filosofia Analítica (Ezcurdia, 1998; Baker, 2001; Lalumera, 2014). Tornam-se evidentes, portanto, as interações entre subjetividade, objetividade e a busca por sentido, indicando percepções sensíveis, discursos intelectuais, compreensões sobre a existência humana em seus contextos sociais e os substratos para as atividades humanas.

Paul Ernest salienta que a Filosofia da Educação Matemática se dedica a explorar as crenças implícitas nos textos e nos currículos, nos sistemas e nas práticas de avaliação do conteúdo, assim também as ações em sala de aula e seus efeitos nos educandos (Ernest, 1994, p.5). Nesse contexto, perguntas correlatas que se apresentam nos cotidianos escolares estão vinculadas aos questionamentos relativos aos objetivos e às contextualizações do ensino; ao que seja aprender; ao que seja ensinar; e que seja matemática. Desse modo, além das exigências curriculares, concepções educacionais, sociais e pessoais, [...] são assumidas as vivências escolares e, portanto, devem [...] ser investigadas e analisadas em sua validade e em seus efeitos, especificamente, os meios adotados para atingir os fins desejados em Educação Matemática (Ernest, 1991, p. 13). Há relações complexas entre as "concepções de matemática e de ensino de matemática" que refletem de maneira significativa nas práticas vivenciadas nos ambientes pedagógicos, em níveis explícitos e implícitos, conscientes e inconscientes. Tais concepções perpassam condições sociais, pressupostos epistemológicos e características didáticas (Thompson, 1984) que somente podem encontrar significado adequado nas variadas formas do convívio escolar. Esses pressupostos a respeito das concepções matemáticas possuem suas raízes nas controvérsias relativas às bases fundamentais da disciplina, perpassando crenças internalizadas e modos de ensino,

as quais apresentam discursos sobre o significado, a aplicação e a natureza da matemática na criação de "uma consciência comum" de seus limites e potencialidades (Hersh, 1985, p.13-25).

No Brasil, explorando algumas noções das tradições fenomenológicas, Maria Bicudo articula como as concepções de Educação, Matemática, realidade, conhecimento e objetos matemáticos informam as posturas e práticas pedagógicas do educador matemático (Bicudo, 2019, p. 25-28). Para tanto, argumenta que as análises e reflexões educacionais propiciam diversos modos de desvelar de projetos humanos nas constituições do mundo em suas formas de agir. Indica-nos, assim, um caminho hermenêutico-fenomenológico a partir do qual a Educação propicia buscas e construções de sentido nos atos de ensinar e de aprender matemática, em ambientes formais de escolarização ou em outras manifestações culturais, salientando a importância de análises críticas e interconexões entre os horizontes de compreensão (Bicudo, 2019, p. 31). Nesse contexto, o sentido do próprio ato educativo desvela-se nos variados atos comunicativos e em suas múltiplas formas de discurso, enraizado nas construções do mundo da vida, dentre as quais os objetos matemáticos em suas manifestações formais, ideais e intersubjetivas (Bicudo, 2019, p. 38). Espera-se, portanto, ponderar a realidade didática a partir da vivência concreta dos objetos matemáticos, em ações, pensamentos e atos comunicativos, possibilitando, assim, processos contínuos de avaliação formativa.

Para Thompson (1992, p. 140-141), as concepções mesclam crenças, saberes e são manifestas nas práticas pedagógicas por suas atuações dinâmicas, permeáveis e suscetíveis a mudanças nos convívios do ambiente pedagógico. As concepções a respeito da Matemática e do Ensino de Matemática podem se manifestar consciente ou inconscientemente, desvelando percepções relativas aos discentes, aos modos de compreensão matemática, aos objetivos e às finalidades dos processos educacionais. Ao retratar as ênfases dadas às práticas expostas por Kuhs e Ball (1986), destacam-se os focos: no aluno; no conteúdo com ênfase na

compreensão conceitual; no conteúdo com ênfase no desempenho; na sala de aula. Esses enfoques são importantes, para Alba Thompson, por permitirem contextualizar as pesquisas necessárias a partir de horizontes específicos de investigação, dentre os quais as concepções de ensino-aprendizagem da matemática que perpassam: práticas pedagógicas; contexto social; compreensão formal; expectativa discente; currículos; práticas avaliativas e assim por diante. Evidenciam-se as complexidades e não-linearidades das relações entre concepções e práticas didáticas, em suas variadas esferas de diálogo interpessoal, intersubjetivo e cultural.

Para Roseira (2005; 2010), as concepções docentes sobre a Matemática e seu ensino devem propiciar a criação de ambientes pedagógicos que valorizem a autonomia discente, especificamente a partir do estabelecimento de relações que favoreçam o desenvolvimento cognitivo. Desse modo, diferenciam-se percepções de características individuais e objetivistas daquelas mais sociointeracionistas que valorizem o diálogo entre os saberes acadêmicos e culturais. Para tanto, Roseira (2010) descreve como elementos norteadores das correntes tradicionais da Filosofia da Matemática, e.g., Platonismo, Logicismo, Intuicionismo, Falibilismo, mesclam-se a considerações epistemológicas e pedagógicas, contribuindo para concepções, matemáticas e de ensino, que podem privilegiar lembranças, mudança de comportamento, processamento de informação e interação social – características que se assemelham aos enfoques salientados por Kuhs e Ball (1986) e também reverberam, respectivamente, distintas considerações avaliativas.

Helena Cury sustenta que as concepções matemáticas concebem ideias e interpretam o mundo a partir dessas ideias. Elas perpassam as variadas experiências humanas em seus âmbitos socioculturais (Cury,1999), algumas das quais refletem tradições e constituições que não necessariamente estão conscientemente manifestas nas práticas pedagógicas. Sustenta a autora, todavia, que variações das correntes absolutistas e falibilistas persistem em nossos ambientes pedagógicos, ora concebendo uma disciplina de

verdades irrevogáveis, ora contextualizando-a em seus avanços e ajustes históricos. Em todo caso, as concepções operam como organizadores cognitivos, incluindo crenças, sentidos, conceitos, imagens, regras, proposições, predileções, que integram os processos racionais (Moreno Moreno e Azcárate Gimenez, 2003).

As concepções a respeito da Matemática e do Ensino constituem-se em uma complexa rede simbólica que se manifesta nos textos, nas falas, nas práticas e nas reflexões que ocorrem em sala de aula. Elas interagem com características individuais e sociais que perpassam todos os envolvidos nos processos de ensino-aprendizagem. A co-presença de distintas concepções matemáticas e de Ensino, existentes entre educadores, educandos, instituições de ensino, documentos, pesquisas acadêmicas e legislações, pode ocasionar obstáculos pedagógicos ou propiciar diálogos frutíferos nos ambientes educacionais. De fato, essas concepções compõem substratos conceituais que desempenham papéis determinantes para a prática e para a reflexão; embora não possam ser delimitadas a conceitos específicos, elas integram as compreensões racionais do humano em seus contextos de investigação (Ponte, 1992). As articulações entre concepções matemática e educacionais manifestam-se nos modos pelos quais as avaliações são propostas e nas formas que esses resultados são concebidos: seja para uma classificação hierárquica, ou para uma avaliação crítica da prática pedagógica que vise uma transformação das ações didáticas para a promoção de melhores processos educativos.

Algumas Noções Sobre Processos Avaliativos

A relevância dos processos avaliativos não pode ser facilmente mensurada, visto que esses refletem características escolares, sociais, educacionais e pessoais de todos os envolvidos. Nesse contexto, toda e qualquer prática avaliativa está inserida em um complexo e vasto sistema de ações concretas em suas repercussões simbólicas que reverberam características

curriculares, legislativas, políticas e econômicas. Não existem dúvidas, portanto, que as funções da avaliação e a sua evolução estão, assim, estreitamente articuladas com os próprios movimentos da sociedade (Pinto, 2016).

A partir da rede de concepções que perpassam os ambientes pedagógicos, as avaliações são capazes de propiciar maior envolvimento discente e integração dos saberes com os contextos sociais ou podem resultar em afastamento discente e distanciamento social nas práticas escolares. No contexto das salas de aula de matemática, Nilson Silva (2014) pondera tais pressupostos com as seguintes imagens: ponte; escada; ou obstáculos. Entende o autor que não basta entender os discursos teóricos sobre avaliação, visto que, em muitos casos, tais entendimentos não são vivenciados sequer nos cursos de formação de professores e, consequentemente, não são vivenciados nas salas de aula do Ensino Básico. Desse modo, os processos avaliativos repetem método somativos e descontextualizados que propiciam a criação de variados obstáculos pedagógicos, não permitindo inclusão ou ascensão social devido ao ingresso em concursos públicos e tampouco a criação de vínculos culturais efetivos com os saberes acadêmicos.

Justificam-se, portanto, reflexões históricas a respeito da avaliação escolar, em especial suas práticas relativas à Matemática (Valente, 2008), em contextos sociais e históricos específicos, sobretudo em suas relações com o método de ensino, assim também com as concepções e as finalidades dos programas de ensino, visto que os processos avaliativos acompanham organizações escolares e sociais. Destacam-se, assim, concepções recorrentes que ilustram períodos históricos particulares, que nas palavras de Guba e Lincoln (2011) compõem as gerações da avaliação, em suas etapas pautadas em: mensuração, no contexto da revolução industrial e com as concepções da ciência positiva; descrições dos contextos e de suas expressões simbólicas; impreteribilidade dos juízos de valor diante de imperativos ético-

morais; um modelo centrado na negociação diante da pluralidade de valores envolvidos no processo educativo.

Para esses autores, a negociação entre todos os envolvidos no processo avaliativo é um elemento central, sobretudo por considerar que os resultados obtidos devem se pautar na construção de sentidos, os quais, por sua vez, estão ancorados em sistemas de valores. Tais concepções são decorrentes das transformações de paradigmas epistemológicos que acentuavam as certezas e as mensurações a partir de métodos científicos. Evidenciam-se tendências que enfatizam a neutralidade de processos avaliativos padronizados e diferentes formas de gerencialismo que, ao mesmo tempo, eximem responsabilidades individuais dos educadores, privam direitos fundamentais de educandos e não fornecem a criação de um ambiente propício para a coexistência de múltiplos valores (Guba e Lincoln, 2011).Mostra-se imprescindível, todavia, analisar a realidade pedagógica em toda a sua complexidade, acentuando práticas contextualizadas que podem tanto potencializar, quanto criar obstáculos para os indivíduos envolvidos nas ações avaliativas. Desse modo, as avaliações devem definir rumos que cultivem a diversidade de valores inerentes aos processos educativos em seus contextos na crença de práticas participativas, baseadas em enfoques responsivos e construtivistas que valorizam a aquisição individual e a interação social dos saberes.

Um olhar descritivo sobre os processos avaliativos nos períodos históricos possibilita uma análise crítica de nossas práticas em seus níveis didáticos, escolares, institucionais e governamentais. Desse modo, ao longo das gerações apresentadas por Guba e Lincoln (2011), embora de maneira sucinta e limitada, pode-se observar a prevalência de um eixo professor/saber, dando ao educando um lugar passivo; nesse sentido, ensinar assemelhava-se a transmitir o saber da forma mais adequada possível a testes padronizados e aprender significava ser capaz de reproduzir tal como foi ensinado; o processo de ensino-aprendizagem estava centrado no docente e nos meios simbólicos

dos sistemas educativos, enquanto as dificuldades de aprendizagem eram atribuídas a incapacidades discentes. A avaliação, portanto, acontecia sempre no final de um período de ensino e buscava expressar aquilo que o discente era capaz de fazer, não necessariamente com um enfoque no desenvolvimento de estratégias de aprendizagem; o erro contribuía para a nota, por isso não tinha valor informativo sobre as dificuldades dos alunos, o teste era o instrumento privilegiado. E a avaliação tinha as seguintes funções: a seleção e a certificação eram essenciais para o funcionamento do sistema; o exame era a expressão da ideia de medida; a aprovação ou reprovação eram consequência do ato avaliativo e a integração ou a exclusão eram os efeitos sociais mais visíveis (Lima Filho e Trompeli Filho, 2013).

As diversas propostas de interação entre as avaliações somativas e formativas contribuem para mudanças nas concepções avaliativas e, consequentemente, novas propostas educacionais. O diagnóstico e a intervenção remediadora são as duas componentes fundamentais (Pinto, 2016), a partir dos quais as diversas formas de avaliação estão inseridas na melhoria dos processes de ensino-aprendizagem. Os dados buscados, portanto, não estão restritos aos sucessos dos discentes, nem as suas dificuldades, tampouco aos meios de escolarização e curricularização de práticas, mas compõem uma complexidade holística que deve ter como finalidade o aperfeiçoamento das experiências e dos ambientes pedagógicos. Para tanto, as avaliações devem ampliar seus horizontes e possuem sofisticações ou aprofundamentos teóricos alicerçados na sala de aula (Fernandes, 2009).

As distinções entre avaliações somativas e formativas, iniciadas já por Michael Scriven, em 1967, são gradativamente pensadas como meios complementares para a melhoria das experiências didáticas e das avaliações (Hoffmann, 2011). Por um lado, as práticas somativas destacam prestação de contas, certificação e seleção; em outra medida, o interesse formativo pauta-se em desenvolvimento, à melhoria das aprendizagens e à regulação dos processos de ensino e de aprendizagem. Ressaltam-

se, assim, perspectivas panorâmicas em que os docentes possuam processos reflexivos em práticas socialmente construídas em seus ambientes de atuação nas dinâmicas existentes entre conteúdo, valores, procedimentos e concepções (Arceo e Rojas, 2002). Observam-se, assim, como um estudo histórico das práticas de educação matemática podem desvelar concepções sociais, disciplinares e avaliativas, enriquecendo um olhar a respeito de nossas ações educativas no presente (Valente, 2008).

Avaliação escolar em Matemática no Brasil

As práticas pedagógicas em Matemática, assim também seus variados processos avaliativos, estão inseridas nas redes simbólicas e culturais; assim, simultaneamente, expressam concepções intelectuais e as constroem nos âmbitos matemáticos, pedagógicos, educativos e históricos. Desse modo, a prevalência de abordagens que enfoquem a obtenção de sucesso em testes padronizados, exemplificado pelos variados tipos de exames e cursos preparatórios, possuem variadas causas sociais, dentre essas a necessidade de melhoria das condições de vida pelo ingresso em cursos superiores e no mercado de trabalho. Entretanto, essas imperiosas demandas pessoais não obscurecem os efeitos epistemológicos e didáticos, visto que não apenas os testes seguem regras de padronização, mas até mesmo as abordagens educacionais, os currículos e as práticas docentes centralizam metodologias somativas de avaliação para a obtenção de resultados específicos, contagiando-se também pelos impulsos do Capital daqueles que detém a constituição dos símbolos sociais nos diversos níveis culturais. Didáticas que prepararem para testes específicos para ingresso moldam currículos e abordagens são testemunhadas por uma estruturação de certificação manifesta na centralidade de exames desde os primórdios dos institutos de Ensino no Brasil (Valente, 2008). Curiosamente, embora justiça, rigor e impessoalidade sejam os pilares que sustentavam esses processos seletivos, os efeitos dessas práticas não se limitam à

discriminação, exclusão e aumento de desigualdades, visto que, até mesmo matemáticos profissionais e com grande reconhecimento internacional, caso de Godfrey Hardy, são submetidos a casos específicos desse tipo de avaliação e entendem que esses não auxiliam a expressar o essencial da disciplina e, gradativamente, eliminam criatividade e raciocínio crítico exigidos na atuação de um matemático (Hardy, 1967)

Observa-se, portanto, que as estruturas de certificação propiciam uma valorizam de testes padronizados, pois esses desempenham uma função decisiva para determinar se os estudantes estão aptos ou não às especificações disciplinares (Pinto, 2008). Valente (2008) relata que durante os anos de 1925 e 1930, a obrigação da seriação para ingresso no Ensino Superior adaptou-se ao sistema que já estava estabelecido, o modelo de exames. Nesse contexto, a permanência da concepção praticada estimulava que as séries tomassem como referência os exames de ingresso, em sua diversidade de modos e de maneiras de arguição, mas sempre a partir de estruturas externas ao ambiente escolar. As discussões a respeito da possibilidade de as escolas atestar publicamente o preparo dos estudantes abriram inúmeros debates sobre a subjetividade e a objetividade das avaliações (Valente, 2008), em especial o avanço de estudos em docimologia, investigação de exames e seus resultados, que aprofundaram a impessoalidade das avaliações. O docente, ainda que de maneira caricata, torna-se privado de legitimação em suas avaliações de seu próprio trabalho, de seus discentes e dos processos realizados nos ambientes escolares, visto que há um espaço único com bancas, horários e regulamentação (Valente, 2008). Tais efeitos podem ser vistos como uma tentativa de reproduzir uma estrutura imparcial, fruto de uma ciência objetiva (Paula, 2010). Não há dúvidas que a autoridade professoral deva ser social e politicamente legitimada; todavia, a prevalência dos testes padronizados, quando não condicionada adequadamente aos contextos educacionais, e esvazia de maneira significativa a individualidade do docente, do discente e das experiências didáticas.

O aumento de cidadãos em escolas torna esse modelo de avaliação para a certificação inviável em todo o território nacional (Pinto, 2008). Contudo, esse modelo hierarquizado ainda se faz presente em nossos ambientes escolares, especificamente nos elementos certificativos, classificatórios e, muitas vezes, punitivos que nossas avaliações assumem. Desvelam-se, portanto, as relações intrínsecas entre o poder e as práticas escolares, em seus níveis interpessoal, institucional, político, cultural e social. Desse modo, o exame, em sua materialização prática, é uma convergência de múltiplos fatores e, segundo Barriga (2008), tem o risco de três inversões significativas, ao transformar: problemas sociais em problemas técnicos; problemas metodológicos em problemas de rendimento; e por último reduz os problemas teóricos da educação ao âmbito técnico da avaliação. De acordo com o autor, tais pressupostos, de maneira equivocada, tentam justificar problemas sociais existentes mediante os resultados dos exames; consequentemente, ao desconsiderar as significativas lacunas na formação dos docentes e dos discentes em seus processos cognitivos e de aprendizagem, há uma prevalência da certificação. Tais elementos perpetuam mecanismos de opressão, de exclusão, de aumento de desigualdades, justamente por não valorizarem as atividades formativas das avaliações no desenvolvimento de espaços educacionais adequados.

Conforme salientado ao longo de nossa argumentação, as imperiosas necessidades de repensar as avaliações estão vinculadas diretamente com as contínuas demandas de refletir a respeito da Educação e das práticas escolares. As avaliações estão inseridas em um campo simbólico complexo, transformando e perpetuando concepções educacionais em todos os níveis da atuação pedagógica. Há propostas contemporâneas que insistem no entendimento que os exames padronizados possuem uma dimensão técnica imprescindível devido a controles pretensamente científicos, mesmo diante dos efeitos de exclusão social e de crescimento das desigualdades (Pinto, 2008). Por outro lado, há uma busca por explicitar diferenças essenciais entre a avaliação e o

exame Luckesi (2011): esses são voltados para o passado, apontando lacunas na aprendizagem individual; aquela orienta estudantes nos pontos necessários para aprofundamento, portanto, indicando um elemento de futuro. Nesse sentido, as avaliações não estão deveriam enfocar apenas o que os discentes desconhecem, mas subsidiar meios de desenvolvimento a partir de análises diagnósticas. Observam-se, portanto, contradições inerentes às práticas pautadas em exames padronizados, resultantes de perspectivas somativas de avaliação, e ações formativas que podem ser contínuas, dialógicas e inseridas em acordos didáticos firmados entre os participantes do ambiente pedagógico.

As avaliações, sempre a serviço dos protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, são essenciais às práticas educacionais, justamente por permitir transparência entre os participantes, inserida na complexidade e continuidade das práticas escolares, integrada ao currículo em seus elementos formativos, motivadores e orientadores (Méndez,2002). Amanda e Oliveira (2016, p. 1) asseveram que "a avaliação é um processo central no ensino e é através da avaliação que o professor pode perceber se a trajetória por ele desenhada resulta na aprendizagem pretendida". Destaca-se, portanto, as avaliações como uma oportunidade para que docentes e discentes recolham, analisem, interpretem, discutam e utilizem as informações resultantes dos atos educativos ocorridos, sobretudo devido à diversidade de propósitos e metas coexistentes nos ambientes pedagógicos (Fernandes, 2021). Tais perspectivas ressoam as palavras de (Libâneo,1994) ao salientar que "através da verificação e qualificação dos resultados obtidos, determinar a correspondência destes com os objetivos propostos e, daí, orientar a tomada de decisões em relação às atividades seguintes" (Libâneo,1994, p. 196).

UM OLHAR PARA TESTES PADRONIZADOS EM LARGA ESCALA

A pesquisa qualitativa, segundo Yan (2016), possui cinco características: estudar o significado da vida das pessoas nas condições da vida real; representar as opiniões e perspectivas das pessoas de um estudo; abranger as condições contextuais em que as pessoas vivem; contribuir com revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que podem ajudar a explicar o comportamento humano e esforçar-se por usar múltiplas fontes de evidência em vez de se basear em uma única fonte. Este estudo utiliza a pesquisa documental como metodologia de pesquisa, que possibilita uma pesquisa qualitativa que promove a imaginação e a criatividade dos investigadores, trazendo contribuições importantes ao campo de pesquisa. Os documentos analisados são referentes ao PISA, ao ENEM, ao SAEB e à BNCC.

PISA

Atualmente, as escolas privilegiam a estrutura avaliativa pautada nos conceitos de exame. Uma vez que o valor associado a uma escola, pela sociedade, está relacionado ao desempenho no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ou em outras avaliações em larga escala, como Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), [...] revela-se que pouco se avançou em relação ao século passado no que se refere à avaliação. No ano de 2023, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) divulgou os resultados de matemática do PISA de 2022. O Pisa é um estudo comparativo internacional, realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O programa avalia o conhecimento e as habilidades dos estudantes na faixa etária de 15 anos (idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países) em matemática, leitura e ciências. O Brasil

apresentou um desempenho médio de 379 pontos em matemática. A pontuação é inferior à média do Chile (412), Uruguai (409) e Peru (391). Dos estudantes brasileiros, 73% registraram baixo desempenho nesta disciplina (abaixo do nível 2). Esse nível é considerado pela OCDE o padrão mínimo para que os jovens possam exercer plenamente sua cidadania. Entre os países membros da OCDE, o percentual dos que não atingiram o nível 2 foi de 31%. Apenas 1% dos brasileiros atingiram alto desempenho em matemática (nível 5 ou superior). Tais dados voltaram a suscitar o debate sobre o ensino de matemática no Brasil, revelando que grande parte daqueles que participaram dessa prova estão aquém do conhecimento mínimo.

O PISA foi concebido em 2000 para avaliar se os alunos conseguem mobilizar as suas competências de leitura, de matemática e de ciências na resolução de situações do dia a dia. O estudo avalia também a capacidade de resolução colaborativa de problemas, a literacia financeira e o pensamento criativo desses alunos. Em especial, no campo da Matemática, o PISA avalia:

> o conceito fundamental de alfabetização matemática, relacionando o raciocínio matemático e três processos do ciclo de resolução de problemas (modelagem matemática). A estrutura descreve como o conhecimento de conteúdo matemático é organizado em quatro categorias de conteúdo. Também descreve quatro categorias de contextos nos quais os alunos enfrentarão desafios matemáticos (PISA, 2022, p. 1)

Os contextos que o PISA avalia estão relacionados ao pessoal, profissional, social e científico. No entanto, há um termo que não é comum aos professores de Matemática no Brasil: a alfabetização matemática.

> A alfabetização matemática é a capacidade de um indivíduo de raciocinar matematicamente e de formular, empregar e interpretar a matemática para resolver problemas em uma variedade de contextos do mundo real. Inclui conceitos, procedimentos, fatos e

> ferramentas para descrever, explicar e prever fenômenos. Ajuda os indivíduos a conhecer o papel que a matemática desempenha no mundo e a fazer os julgamentos e decisões bem fundamentados necessários para cidadãos construtivos, engajados e reflexivos do século XXI (PISA, 2022, p. 2).

A definição apresentada pelo PISA (2022) sobre o que seria alfabetização matemática é semelhante ao conceito matemacia de Skovsmose (2000 p. 2), que não se refere apenas as habilidades matemáticas, mas também a competência de interpretar e agir numa situação social e política estruturada pela matemática. Nesse sentido, busca-se refletir como os professores de Matemática estão apresentando a Matemática em sua sala? As concepções dos professores orientam as suas práticas em qual sentido? O próprio termo, alfabetização matemática, é uma expressão que se utiliza com frequência nas salas de aula, o que direciona a necessidade de compreensão do termo.

Segundo o PISA (2022), a alfabetização matemática compreende dois aspectos relacionados: raciocínio matemático e resolução de problemas. A alfabetização matemática desempenha um papel importante em ser capaz de usar a matemática para resolver problemas do mundo real. Além disso, o raciocínio matemático (tanto dedutivo quanto indutivo) também vai além de resolver problemas do mundo real para incluir a realização de julgamentos informados sobre essa importante família de questões sociais que podem ser abordadas matematicamente. Também inclui fazer julgamentos sobre a validade das informações que bombardeiam os indivíduos por meio de considerar suas implicações quantitativas e lógicas. É aqui que o raciocínio matemático também contribui para o desenvolvimento de um conjunto seleto de habilidades do século XXI. O PISA (2022) destaca que cada país possui o seu currículo e não incentiva a mudança. Entende-se que, politicamente e economicamente, o papel do PISA pode ir além de apenas uma comparação entre os estudantes e que

pode ampliar o debate sobre outros diversos aspectos, como por exemplo, a competitividade entre os países que participam.

A estrutura da prova do PISA possui as seguintes categorias: quantidade, dados e incerteza, mudanças e relações e espaços e formas. Tal instrumento é desenvolvido para que os estudantes possam utilizar o ciclo de modelagem (formular, empregar, interpretar e avaliar) como um aspecto central relacionado se que alunos alfabetizados em matemática deveriam possuir.

BNCC

A aproximação política e econômica do Brasil com a OCDE possui diversas implicações institucionais, como por exemplo, no campo da educação. A implementação da Base Nacional Curricular (BNCC) foi carregada de tensões, uma vez que a sua construção atendeu a diversos atores no campo da educação e da política, resultando, em uma estrutura semelhante ao PISA.

A Matemática do Ensino Fundamental na BNCC possui a seguinte estrutura: Números, Geometria, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas e Probabilidade e Estatística. Números tem como finalidade desenvolver o pensamento numérico, que implica o conhecimento de maneiras de quantificar atributos de objetos e de julgar e interpretar argumentos baseados em quantidades. A Álgebra, por sua vez, tem como finalidade o desenvolvimento de um tipo especial de pensamento – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas e, também, de situações e estruturas matemáticas, fazendo uso de letras e outros símbolos. A Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. A unidade temática Grandezas e medidas, ao propõem o estudo das medidas e

das relações entre elas – ou seja, das relações métricas –, favorece a integração da Matemática a outras áreas de conhecimento, como Ciências (densidade, grandezas e escalas do Sistema Solar, energia elétrica etc.) ou Geografia (coordenadas geográficas, densidade demográfica, escalas de mapas e guias etc.). Além disso, essa unidade temática contribui ainda para a consolidação e ampliação da noção de número, a aplicação de noções geométricas e a construção do pensamento algébrico. A incerteza e o tratamento de dados são estudados na unidade temática Probabilidade e estatística. Ela propõe a abordagem de conceitos, fatos e procedimentos presentes em muitas situações- -problema da vida cotidiana, das ciências e da tecnologia.

Em relação à Matemática do Ensino Médio na BNCC, o MEC (2018) não indica uma divisão tal como no Ensino Fundamental, apresenta a ideia de que se deve aproveitar todo o potencial já constituído pelos estudantes no Ensino Fundamental, para promover ações que ampliem o letramento matemático iniciado na etapa anterior. Para que esses propósitos se concretizem nessa área, os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas.

SAEB

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) é um conjunto de avaliações externas em larga escala que permite ao Inep realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de fatores que podem interferir no desempenho do estudante. A Matriz de referência do SAEB está sendo alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) desde o ano de 2019. A avaliação de Matemática tem como objetivo mensurar o desenvolvimento de um amplo espectro de habilidades matemáticas e capacidades de resolução de problemas. As questões apresentadas na prova podem ser de múltipla escolha ou dissertativas, exigindo a produção de respostas elaboradas pelos alunos. Atualmente, é aplicada no 5º ano do Ensino Fundamental, no 9º ano do Ensino

Fundamental e no 3º ano do Ensino Médio. Os principais tópicos abordados incluem:

- Números e Operações: Sistemas numéricos, propriedades das operações, frações, porcentagens, razão e proporção.
- Geometria: Formas geométricas, relações espaciais, área, perímetro, volume.
- Álgebra: Equações, funções, padrões.
- Estatística e Probabilidade: Representação de dados, medidas estatísticas, probabilidade básica.
- Resolução de Problemas: Aplicação de conceitos matemáticos em contextos reais e modelagem de situações.

O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) representa uma ferramenta de avaliação de larga escala com significativo impacto socioeducacional no panorama brasileiro. Estabelecido em 1998, o ENEM tem experimentado transformações progressivas em sua estrutura, objetivo e abrangência. O ano de 2009 marca um ponto de inflexão na trajetória do ENEM. O exame foi instituído como o sistema nacional para certificação de conclusão do ensino médio e como mecanismo de ingresso nas universidades federais (Brasil, 2009). Paralelamente, ocorreram profundas modificações em sua estrutura, culminando na adoção do formato atual.

A Matemática do ENEM possui uma estrutura diferente da BNCC e do SAEB, pois a estrutura da prova ainda não foi alterada. Uma vez que a Reforma do Ensino Médio ainda se encontra em amplo debate nacional, [...] a alteração do modelo dessa prova tende a acontecer somente após possíveis transformações decorrentes do debate em curso. Assim, a Matemática do ENEM possui uma matriz de referência, estruturada por competências e habilidades: construir significados para os números naturais, inteiros, racionais e reais; utilizar o conhecimento geométrico para

realizar a leitura e a representação da realidade e agir sobre ela; construir noções de grandezas e medidas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano; construir noções de variação de grandezas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano; modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas; interpretar informações de natureza científica e social obtidas da leitura de gráficos e tabelas, realizando previsão de tendência, extrapolação, interpolação e interpretação e compreender o caráter aleatório e não-determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculos de probabilidade para interpretar informações de variáveis apresentadas em uma distribuição estatística.

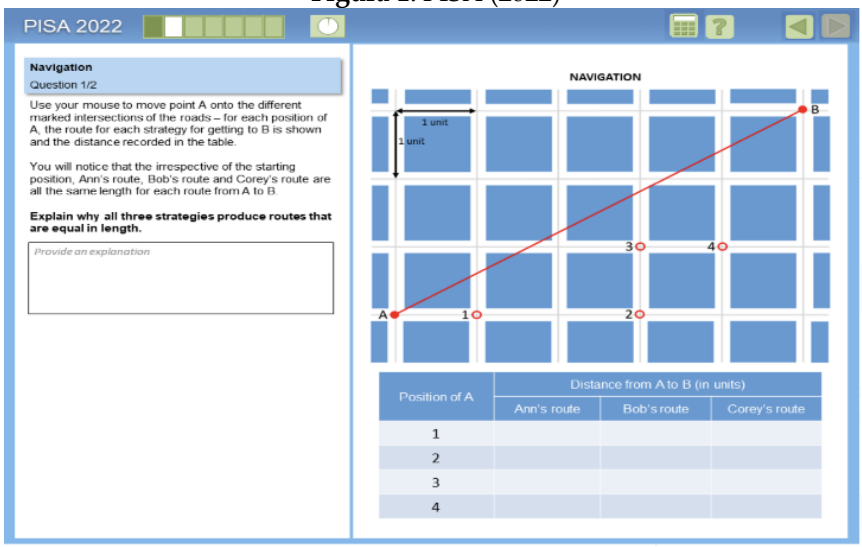
UMA COMPARAÇÃO ENTRE PISA, SAEB E ENEM EM SEUS CONTEXTOS AVALIATIVOS

O SAEB referente ao 5º ano e ao 9º ano já está alinhando com a BNCC, porém, no que se refere à prova do 3º ano do ensino médio, este alinhamento ainda não aconteceu efetivamente, porque a Reforma do Ensino Médio ainda está em discussão. Um outro ponto a ser destacado é que matriz de referência não é sinônimo de currículo escolar. A BNCC propõe-se a ser uma referência curricular de maneira que as escolas possam construir seus currículos de acordo com as demandas pedagógicas. A matriz de referência é um conjunto de habilidades essenciais para cada área do conhecimento. Dessa forma, não há como estabelecer uma comparação entre o currículo com matriz de referência, ou seja, entre a BNCC e o ENEM. Mas sim, a comparação, buscando aproximações e distanciamentos, entre os itens das avaliações em larga escala: ENEM, SAEB e PISA.

Os itens do PISA são elaborados por uma equipe de docentes internacionais e que buscam situações-problemas que possam ser

resolvidas por quaisquer alunos dos países que participam dessa prova. A Figura 1 apresenta um exemplo de um item

Figura 1. PISA (2022)

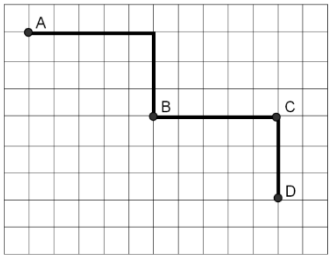


O item solicita que os estudantes possam utilizar o mouse como ferramenta de interação dos alunos. Porém, deve-se refletir se os estudantes brasileiros estão habituados a realizarem provas no computador e, até mesmo, interagir com os itens pelo dispositivo. Esta situação apresenta-se como uma desvantagem para as escolas brasileiras.

A Figura 2 apresenta um item do SAEB, com uma estrutura similar:

Figura 2. SAEB (2007).

Observe, na figura abaixo, o caminho percorrido por Tiago. Ele saiu do ponto A e chegou ao ponto B.



Como ele fez para chegar ao ponto B?

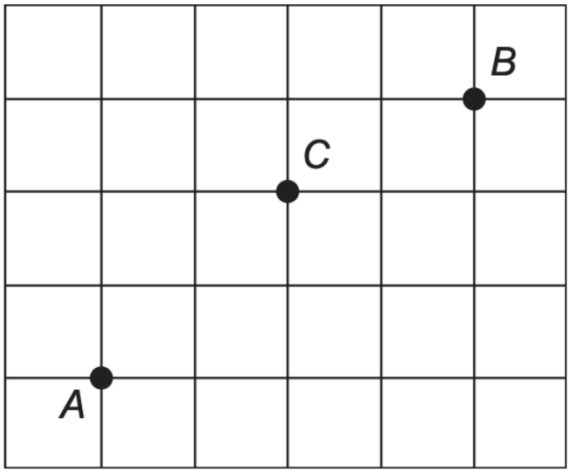
- Avançou 6, girou para a esquerda, avançou 4.
- Avançou 5, girou para a direita, avançou 3.
- Avançou 5, girou para a esquerda, avançou 3.
- Avançou 4, girou para a direita, avançou 2.

Esse item do SAEB apresenta uma linguagem mais simples, de fácil compreensão. Além disso, por ser uma questão de múltipla escolha, possibilita ao estudante refletir sobre as possibilidades ofertadas, ao contrário do item do PISA, que solicita ao estudante explicar por que as três estratégias de possibilidades de rota possuem a mesma distância.

O texto a seguir é um item do ENEM, que foi aplicado no ano de 2020:

Três amigos, André, Bernardo e Carlos, moram em um condomínio fechado de uma cidade. O quadriculado representa a localização das ruas paralelas e perpendiculares, delimitando quadras de mesmo tamanho nesse condomínio, em que nos pontos A, B e C estão localizadas as casas de André, Bernardo e Carlos, respectivamente.

Figura 3. ENEM (2020)



André deseja deslocar-se da sua casa até a casa de Bernardo, sem passar pela casa de Carlos, seguindo ao longo das ruas do condomínio, fazendo sempre deslocamentos para a direita (→) ou para cima (↑), segundo o esquema da figura.

O número de diferentes caminhos que André poderá utilizar para realizar o deslocamento nas condições propostas é

A) 4
B) 14
C) 17
D) 35
E) 48

A resolução deste item exige que o estudante saiba análise combinatória, em especial, permutação com repetição. Tal assunto, tem sido considerado bem complexo para os estudantes do Ensino Médio e, por muitas vezes, afastando-os da busca da solução correta.

A escolha dos três itens das diferentes avaliações em larga escala foi motivada para evidenciar aproximações e distanciamentos. As aproximações estão relacionadas ao fato da estrutura dos itens: em todos eles, o uso da malha quadriculada foi essencial para a solução. Outro ponto a ser destacado em relação as

aproximações podem ser associadas ao senso de direção e sentido que todos os estudantes deveriam ter para solucionar as situações apresentadas. O item escolhido do SAEB foi construído para avaliar alunos que estariam terminando o 9º ano do Ensino Fundamental enquanto item do PISA considera estudantes que estão na faixa etária de 15 anos. Geralmente, os estudantes brasileiros estão cursando o 9º ano do Ensino Fundamental ou o 1º ano do Ensino Médio.

Em relação aos distanciamentos, pode-se evidenciar dois pontos: o primeiro refere-se ao uso da tecnologia digital, o segundo às complexidades dos itens. Em relação ao uso das tecnologias digitais para a aplicação de provas, um fato muito incomum no Brasil, constituindo-se como uma barreira para os estudantes brasileiros. Tal distanciamento desconsidera os diferentes contextos escolares que existem no Brasil, distorcendo um dos fatores que influenciam as concepções e práticas citadas por Lima (2022). O outro elemento associado ao distanciamento está relacionado ao nível de complexidade dos itens. Os itens do SAEB e do PISA consideram estudantes que estão na faixa etária de 15 anos, já o item do ENEM, avalia alunos que estão no 3º ano do Ensino Médio. Assim, compreende-se que os níveis de dificuldade sejam distintos, mas o uso da malha quadriculada em todos os itens mostra como a este recurso é importante para diversas etapas da escolaridade.

As limitações temporais, de disponibilidade dos itens e de produção textual não permitem uma análise mais profunda sobre as aproximações e os distanciamentos das provas em larga escala. Entretanto, os documentos orientadores e pedagógicos de cada avaliação possibilitaram o desenvolvimento de um olhar crítico sobre esses instrumentos. Valorizar apenas o uso somativo dessas provas é torná-las apenas instrumentos de controle, de punição, ou até mesmo de sucateamento do trabalho dos docentes de Matemática. Conforme indicado por Black e William (2018 e Lima (2022), todos os instrumentos de avalição podem ser compreendidos tanto pelo olhar somativo, como pelo formativo. O

grande desafio está na elaboração desta compreensão global dessas provas em larga escala.

CONCEPÇÕES MATEMÁTICAS, AVALIAÇÕES E SEUS EFEITOS NA FORMAÇÃO HUMANA

A partir da complexidade inerente aos ambientes pedagógicos e as práticas avaliativas, constata-se como as concepções de Matemática e seus modos de ensino estão correlacionadas com trajetórias pessoais, acadêmicas e profissionais em seus contextos sociais e institucionais. Desse modo, buscando compreender os resultados de testes padronizados em larga escala e seus efeitos no ensino de matemática, foram apresentadas tendências importantes para a compreensão dos processos avaliativos, em especial a partir do contexto escolar brasileiro. Constatam-se sugestões para uma articulação entre propostas formativas e somativas para o desenvolvimento de ambientes pedagógicos profícuos. Por outro lado, ao se observar os métodos de avaliação nas escolas no Brasil, as práticas pedagógicas para testes específicos e certificações moldam currículos e, consequentemente, atitudes educacionais desde o estabelecimento de propostas educacionais em âmbitos regionais e, posteriormente, nacionais. Enquanto as mais recentes propostas em Educação Matemática (NCTM, 2020) integram práticas contínuas e formativas durante as ações letivas, a insistência em ações, prioritariamente, somativas são também decorrentes de exames padronizados em larga escala e seus resultados imediatos. Há, portanto, uma disparidade entre a prioridade dada a esses testes e as prescrições teóricas para as práticas educacionais e avaliativas, em âmbito geral e na Matemática.

As controvérsias em torno das avaliações acirram-se nos debates sobre os pressupostos, eficácia e as consequências de testes padronizados em larga escala. De fato, devemos *avaliar as avaliações* (Laies, 2003), especificamente em seus efeitos políticos e na

melhoria da qualidade de ensino, entendendo como elas propiciam diagnósticos para tomadas de decisão individual, pedagógica e social. Entretanto, não podemos esquecer os paradoxos evidenciados nesses testes em larga escala, especificamente resultados não intencionais, como: ênfase exagerada no conteúdo dos testes; predisposição de estabelecer o currículo apenas a partir dos conteúdos e das disciplinas presentes nos testes; alteração do currículo de todas as séries e níveis para atender demandas avaliativas dos testes (Madaus et al., 2009). Há, portanto, diversos indícios de que o enfoque disciplinar, o diálogo entre as disciplinas, os currículos postos em prática possuem efeitos maiores em todo o sistema educacional, corrompendo, assim, a própria objetividade a partir dos instrumentos de medida. Observa-se, portanto, no interior das diversas modalidades de avaliação, uma tensão entre as práticas avaliativas e a avaliação estandardizada, seja pelas perspectivas do mercado, seja pelas considerações do Estado. Para tanto, a melhoria qualitativa da Educação deve considerar as bases formativas da avaliação para estruturar formas de emancipação humana, nos eixos possíveis de uma análise sociológica da avaliação (Afonso, 2000).

Não causam surpresas, portanto, as aparentes contradições nos debates acerca das avaliações (Bauer et al., 2015), visto que, por um lado, há a defesa de: objetividade de resultados; consistência; senso de justiça; possibilidade de análises comparativas em níveis locais, regionais, nacionais e internacionais; possível utilização criteriosa para admissão em espaços e funções públicas; criação de uma base de dados consistentes para tomada de decisão e reforma educacional. Em sentido contrário, as análises dos usos dos testes padronizados em larga escala também evidenciam: [...] enfoque estreito de algumas tendências, sobretudo ao negligenciar habilidades e áreas específicas, reduzindo a capacidade criativa, o pensamento crítico e a resolução de problemas contextualizados; a perpetuação das desigualdades decorrentes das disparidades econômicas que acarretam vantagens a grupos sociais que maior renda; os efeitos psicológicos que afetam diretamente na

performance dos estudantes, aumentando a carga de stress e ansiedade não acessando as habilidades referentes de cada indivíduo; a prioridade de resultados imediatos que transformam os métodos de ensino e os currículos, afetando o sistema educacional como um todo. Constata-se, em múltiplos países, que os sistemas educativos, em seus âmbitos públicos e privados, não privilegiaram uma melhoria qualitativa do ensino, do acesso e de uma educação equitativa para os cidadãos, mas os resultados obtidos em testes padronizados em larga escala (Laies, 2003; Madaus et al., 2009).

Registra-se, entretanto, que as tentativas de escolarização, para obterem os melhores resultados e se adequarem a seus contextos específicos de aprendizagem podem aperfeiçoar os resultados dos testes em seus contextos particulares, visto que a formação docente, das instituições e dos gestores permitiriam a superação de resistências e a implementação de práticas pedagógicas a partir das experiências de ensino-aprendizagem (Alavarse et al., 2021). Reverbera-se, portanto, a premissa de usos inadequados dos resultados dos testes padronizados, os quais podem proporcionar avanços no sistema educacional e nas pesquisas sobre ensino, considerando pontos relevantes para os sistemas educacionais e garantindo o direito de todos à educação (Bauer et al., 2015), mas são reduzidos a exames classificatórios.

As concepções a respeito da matemática e do ensino tornam-se manifestas nos variados processos avaliativos presentes nas práticas educacionais. Tais considerações são construídas historicamente, pressupondo valores que não estão restritos a concepções metodológicas e epistemológicas de uma disciplina específica. Ao contrário, verificam-se como as abordagens somativas, as quais podem auxiliar no aperfeiçoamento das experiências de ensino-aprendizagem em suas características quantitativas, são utilizadas como mecanismo de hierarquização social, especificamente a partir de processos seletivos de acessos a posições sociais específicas. Por outro lado, tendências educacionais estudadas em todo globo para ambientes de aprendizagem matemática, resolução de problemas, modelagem,

investigações, pensamento matemático avançado, pressupõem a formação de um pensamento científico e crítico, considerando autonomia discente em processos de avaliação gradativos e contínuos.

REFERÊNCIAS

AFONSO, A. J. **Avaliação Educacional:** Regulação e Emancipação - para uma sociologia das políticas avaliativas contemporâneas. São Paulo: Cortez, 2000.

ALAVARSE, O.; CHAPPAZ, R.; FREITAS, P. Avaliações da aprendizagem externas em larga escala e gestores escolares: Características, Controvérsias e Alternativas. **Caderno de Pesquisa** v.28, n.1, 2021, p. 250-276.

ÁLVAREZ MÉNDEZ, J. M**. Avaliar para aprender, examinar para excluir**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

AMANDA, L.; OLIVEIRA, I. **Avaliação das Aprendizagens: Perspectivas, contextos e práticas**. Universidade ed. [s.l.] Laboratório de Educação a Distância e eLearning (LE@D), 2016.

ARCEO, F.; ROJAS, G. **Estratégias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación construtivista**. México: McGraw-Hill, 2002.

BAKER, Gordon. Wittgenstein: Concepts or Conceptions? **Harvard Review of Philosophy** IX, 2001, p.7-24.

BARRIGA, A. D. Uma polêmica em relação ao exame. In: ESTEBAN, M. T. (Ed.). **Avaliação: uma prática em busca de novos sentidos**. Rio de Janeiro: DP&A, 2003. p. 51–58.

BAUER, A.; ALAVARSE, O.; OLIVEIRA, R. Avaliações em Larga Escala: Uma Sistematização do Debate. **Educação em Pesquisa** v. 41, 2015, p. 1367-1382.

BICUDO, M. Filosofia da Educação Matemática: um Enfoque Fenomenológico**. Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas.** São Paulo: Unesp, 2019., p. 21-44.

BLACK, P.; WILIAM, D. Classroom assessment and pedagogy. **Assessment in Education:** Principles, Policy and Practice, v. 25, n. 6, p. 551–575, 2 Nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**. Brasília, DF: Inep, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/inep. Acesso em: 14 nov 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)**. Brasília, DF: Inep, 2007. Disponível em: https://www.gov.br/inep. Acesso em: 14 nov 2024.

CURY, H. N. Concepções e Crenças dos Professores de Matemática: pesquisas realizadas e significado dos termos utilizados. **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, v. 12, n. 13, p. 29–43, 1999.

ERNEST, P. **Mathematics, Education and Philosophy: An International Perspective**. Bristol, 1994.

ERNEST, P. **The Philosophy of Mathematics Education**. London: The Falmer Press, 1991.

EZCURDIA, M. The Concept-Conception Distinction. **Philosophical Issues** v.9, 1998, p. 187-192.

FERNANDES, D. **Avaliar para aprender: fundamentos, práticas e políticas**. 1ª ed. São Paulo: UNESP, 2009.

FERNANDES, D. Avaliação Pedagógica, Currículo e Pedagogia: Contributos para uma Discussão Necessária. **Revista de Estudos Curriculares**, v. 2, n. 11, p. 72–84, 2020.

FERNANDES, D. FOLHA # Avaliação Pedagógica, Classificação e Notas: Perspectivas Contemporâneas Domingos Fernandes. **Projeto Maia**, n. January, 2021.

FERNANDES, E. L.; FLORES, M. A. A avaliação no ensino superior: um estudo com docentes universitários**. I Congresso Internacional de Avaliação das Aprendizagens e Sucesso Escolar**, Braga - Portugal, ano 1, v. 1, ed. 1, p. 36-46, 2016. Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/51125.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. **Avaliação de quarta geração.** Campinas - SP: Editora da Unicamp, 2011

HARDY, G. H. **A Mathematician's Apology**. New York: Cambridge University Press, 1967.

HERSH, R. Some Proposals for Reviving the Philosophy of Mathematics. In: **New Directions in the Philosophy of Mathematics: An Anthology**. TYMOCZKO, Thomas (Org.). Boston: Birkhäusen, 1985. 9-28.

HOFFMANN, J. **Avaliar para Promover: As setas do Caminho**. Porto Alegre: Mediação, 2001.

KUHS, T., e BALL, D. **Approaches to teaching mathematics: Mapping the domains of knowledge, skills, and dispositions**. East Lansing: Michigan State University, Center on Teacher Education, 1986.

LAIES, G. Evaluar las Evaluaciones. In: TEDESCO, Juan Carlos. **Evaluar las Evaluaciones: Una Mirada política acerca de las evaluaciones de la calidad educativa**. Buenos Aires, UNESCO, 2003, pp. 15-36.

LALUMERA, E. On the Explanatory Value of the Concept-Conception Distinction. **Rivista Italiana di Filosofia del Linguaggio** v.8, n.2, 2014, p. 73-81

LIBÂNEO, J. C. **Didática.** São Paulo: Cortez, 1994.

LIMA, Daniel de O. **Concepções de professores de matemática sobre a avaliação escolar: o caso da Escola Sesc de Ensino Médio** (p. 194) Tese (Doutorado em Ensino e História da Matemática e da Física). Universidade Federal do Rio de Janeiro – PEMAT, Rio de Janeiro, 2022

LIMA FILHO, G. D.; TROMPIERI FILHO, N. As cinco gerações da avaliação educacional: características e práticas educativas. **Revista Científica Semana Acadêmica**, n. 11, v. 1, p. 1-21, 2013.

LUCKESI, C. **Avaliação da aprendizagem: componente do ato pedagógico**. In: 1ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MADAUS, G.; RUSSELL, M.; HIGGINS, J. **The Paradoxes of High Stakes Testing: How They Affect Students, Their Parents, Teachers, Principals, Schools, and Society**. Charlotte: Information Age Publishing, 2009.

MORENO MORENO, M.; AZCÁRATE GIMÉNEZ, C. Concepciones Y Creencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 1, p. 27–47, 2003. Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/listaarticulos?tipo_busqueda=VOLUMEN&revista_busqueda=497&clave_busqueda=21%5Cnhttp://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v21n1p27.pdf>.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Programme for International Student Assessment (PISA)***:* Relatório de Resultados. Paris: OCDE, 2022. Disponível em: https:// www.oecd.org. Acesso em: 24 nov 2024.

PONTE, J. P. Da. Concepções dos Professores de Matemática e Processos de Formação. **Educação matemática: Temas de investigação**, p. 1–40, 1992.

PINTO, J. A avaliação em educação: da linearidade dos usos à complexidade das práticas. In: AMANTE, L. & OLIVEIRA. I. (Ed.). **Avaliação das aprendizagens: perspectivas, contextos e práticas.** [s.l.] Universidade Aberta-LE@D, 2016. p. 3–40.

PINTO, N. B. Cultura escolar e práticas avaliativas: uma análise das provas de Matemática do exame de admissão ao ginásio. In: VALENTE, W. R. (Ed.). **Avaliação em Matemática: história e perspectivas atuais.** Campinas - SP: Papirus, 2008

ROSEIRA, N. Educação matemática e valores: das concepções dos professores à construção da autonomia. **Formadores** v. 1, 2005, p. 243-256.

SILVA, N. de M. **Avaliação: ponte, escada ou obstáculo? Saberes sobre as práticas avaliativas em cursos de licenciatura em Matemática**. Universidade Federal de Ouro Preto, 2014.

THE NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. **Standards for the Preparation of Secondary Mathematics Teachers**. Reston: NCTM, 2020.

THOMPSON, A. The Relationship of teachers' Conceptions of Mathematics and Mathematics Teaching to Instructional Practice. **Educational Studies in Mathematics** 15, 1984, p. 105-127.

VALENTE, W. R. Apontamentos para uma história da avaliação escolar em Matemática. In: VALENTE, W. R. (Ed.). **Avaliação em Matemática: história e perspectivas atuais.** Campinas - SP: Papirus, 2008.

VILLAS BOAS, B. M. Avaliação formativa e formação de professores: ainda um desafio**. Linhas Críticas**, v. 12, n. 22, p. 75–90, 2006.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do começo ao fim.** Porto Alegre: Penso, 2016.

CONSTRUINDO UM MUSEU VIRTUAL USANDO O ARTSTEPS[1]

Gabriel Lopes
Flávia Luzia Jasmim
Letícia Dutra Ferreira
Elizandra Martins Silva

INTRODUÇÃO

A rápida evolução da tecnologia tem alterado profundamente a forma como nos comunicamos, trabalhamos, interagimos e até mesmo nos relacionamos. A disseminação da Internet e a proliferação de dispositivos móveis conectados têm criado uma rede global de comunicação instantânea, eliminando fronteiras geográficas e aproximando pessoas de diferentes culturas. Naturalmente, os processos educacionais acompanharam a tendência, pois a tecnologia facilita o acesso a uma ampla gama de informações e recursos, proporcionando oportunidades de aprendizado além da sala de aula tradicional.

O uso de tecnologias na educação tem se mostrado uma poderosa ferramenta para transformar o processo de ensino e aprendizagem. A incorporação de dispositivos eletrônicos, softwares educacionais, plataformas de aprendizagem online e recursos interativos tem permitido uma abordagem mais dinâmica, personalizada e acessível. Além disso, a tecnologia pode estimular a criatividade, o pensamento crítico e a colaboração entre os alunos, por meio de atividades interativas e projetos colaborativos.

O desenvolvimento de conteúdos e ferramentas digitais aplicadas à educação contribui para a formação continuada de docentes e sua capacitação tecnológica, preparando-os melhor para

[1] https://doi.org/10.51795/97865265161717388

enfrentar os desafios educacionais contemporâneos. Considerando os pontos mencionados acima, vamos apresentar o recurso de realidade virtual imersiva aplicada ao ensino de ciências, através da criação de um museu virtual.

SIMULAÇÕES, REALIDADE VIRTUAL E AS EXPERIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Existem diversas definições para a realidade virtual, mas podemos caracterizá-la pela integração de três ideias básicas: imersão, interação e envolvimento (Rodrigues, 2013). A imersão se refere à sensação de estar dentro de um ambiente virtual, enquanto a interação está relacionada à habilidade do computador em detectar o usuário e modificar o mundo virtual e as ações em tempo real. O envolvimento, por sua vez, refere-se ao nível de estímulo que faz com que uma pessoa se comprometa com uma determinada atividade (Souza, 2023). Estas tecnologias, pelas suas características, permitem captar a atenção do aluno (seduzido pela aventura, o desafio e o jogo), oferecendo uma experiência pedagógica única e inesquecível. A aliança das vertentes educacional e lúdica numa mesma experiência torna-a extremamente poderosa (Trindade, 1996). Dentro das dinâmicas tecnológicas em que a sociedade vive atualmente, a utilização dos jogos virtuais ou sistemas interativos, como uma metodologia de aprendizagem é uma forma que os professores têm de estimular o interesse dos alunos e fazer com que o ensino-aprendizagem seja eficiente e se aproxime do universo desses jovens (Silva, 2023).

A aplicação tecnológica na educação básica se iniciou ainda no final do séc. XX. Em 1998, um grupo de pesquisa da Universidade de Illinois realizou uma atividade com estudantes dos anos iniciais da educação básica utilizando um dispositivo conhecido como *Imersadesk*. Este dispositivo possuía uma tela de 83 polegadas projetada para trás em um ângulo de 45 graus e suportava até 5 usuários. Neste projeto, os usuários - crianças com idades entre 7 e 8 anos - munidos com óculos obturadores,

visualizavam imagens de alta resolução e, através do uso da realidade virtual, eram apresentados a conceitos simples de astronomia (Jonhson, 1999). A pesquisa seguiu por 2 anos nesta escola, se estendendo para grupos do 1º ao 6º ano do ensino fundamental, onde contribuiu com a imersão em simulações sobre ciências biológicas, geografia, física e astronomia.

Com a evolução da microeletrônica e eletrônica digital, os sistemas foram evoluindo para estruturas mais compactas. Os óculos obturadores foram substituídos por versões mais leves e modernas, com funcionalidades desenvolvidas para softwares funcionais em telefones móveis. Dentre vários modelos, o produto de grande popularidade educacional é o *Google Cardboard*. Trata-se de uma plataforma de realidade virtual (VR) desenvolvida pelo Google para ser utilizada com um suporte de cabeça para smartphones, que possibilita que o usuário participe de excursões virtuais, conhecidas como *tours*, e que estão disponíveis no "*Google Expedições*" (Locklear, 2017). Esta plataforma permite que os professores levem os alunos em viagens virtuais a lugares como museus, ambientes submersos e espaço sideral.

O uso da realidade virtual como metodologia de aprendizagem também tem sido utilizado em diversas regiões do Brasil. No Maranhão, por exemplo, um grupo da Universidade Federal realizou uma pesquisa documental baseada no "*Google Expedições*", com foco em *tours* relacionados ao ensino de ciências biológicas. Durante a pesquisa foram analisados 43 conteúdos, categorizados em 11 tópicos de biologia (Fonseca, 2022).

Já em Pernambuco, estudantes do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal, utilizaram realidade virtual, em práticas envolvendo biologia celular, anatomia e fontes de energia (Santos, 2019). Os óculos utilizados nas atividades foram o *VR Box 2.0* de Realidade Virtual, que possibilita ao usuário utilizar seu próprio smartphone como plataforma de execução de jogos e vídeos em 360°, associado a Vídeos 360° disponíveis na plataforma *Youtube*.

No Rio de Janeiro, professores do Instituto Federal Fluminense realizaram práticas em sala de aula utilizando o

aplicativo "*Google Expedições*" e os óculos de realidade virtual "*Google Cardboard*'". As práticas contaram com a participação de estudantes do ensino médio que abordaram temas como reações de combustão, geração de calor, fonte de energia e explosões químicas.

No Amazonas, um grupo da Universidade do Estado, utilizando o "*Google Cardboard*'" em conjunto com o aplicativo Merge Explorer, abordaram diversos conteúdos de Física, como óptica geométrica, força e energia com os alunos da Escola Estadual Dom Gino Malvestio (Souza, 2023).

Quando a interação em ambientes imersivos permite ao usuário a definição de parâmetros, construção de cenários e até mesmo resolução de problemas, temos algo que ultrapassa a observação em realidade virtual, tornando-se uma atividade de gamificação, permitindo maior envolvimento do usuário. Knittel mostrou as possibilidades de utilizar o jogo Minecraft na educação em uma escola da zona sul de São Paulo, levando em consideração os planejamentos anuais e os objetivos específicos das disciplinas de Matemática, Educação Física e Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental I e iniciais do Ensino Fundamental II (Knittell, 2017). Durante o jogo, é possível estudar conceitos matemáticos, físicos, arquitetônicos, geográficos e de outras disciplinas que envolvem volume, área, gravidade, relação entre substâncias, probabilidade, entre outras disciplinas e conteúdo.

FERRAMENTAS DE AMBIENTES NÃO FORMAIS DE APRENDIZAGEM NO ESPAÇO FORMAL

Os espaços de educação não formal são ambientes que complementam e enriquecem a educação formal, oferecendo oportunidades de aprendizado fora do ambiente escolar tradicional. Esses espaços podem incluir museus, bibliotecas, centros comunitários, organizações não governamentais e outras instituições que promovem a educação e a formação em diversos temas. O objetivo desses espaços é estimular a curiosidade, a criatividade e a busca pelo conhecimento de forma mais flexível e

informal. Neles, os indivíduos têm a liberdade de explorar diferentes áreas de interesse, experimentar novas atividades e interagir com diferentes perspectivas e experiências. Os espaços de educação não formal oferecem um ambiente acolhedor e inclusivo, promovendo o desenvolvimento integral das pessoas, capacitando-as com habilidades e conhecimentos valiosos para suas vidas pessoais, profissionais e cidadãs. Para Silva, desenvolver uma cultura científica é desenvolver valores estéticos e de sensibilidade, popularizando o conhecimento científico pelo seu uso social como modos elaborados de resolver problemas humanos (Silva, 2023). Logo, torna-se relevante o uso de meios informais de divulgação científica, como textos de jornais e revistas e programas televisivos e radiofônicos em sala de aula. (Santos, 2007).

Os museus são espaços de educação científica que desempenham um papel fundamental na disseminação do conhecimento científico para o público em geral. Eles oferecem uma abordagem prática e interativa, permitindo que as pessoas se envolvam diretamente com os princípios científicos por meio de exposições, experimentos e atividades práticas. De acordo com a Lei 11904/2009, artigo 10, um museu é definido como:

instituições sem fins lucrativos que conservam, investigam, comunicam, interpretam e expõem, para fins de preservação, estudo, pesquisa, educação, contemplação e turismo, conjuntos e coleções de valor histórico, artístico, científico, técnico ou de qualquer outra natureza cultural, abertas ao público, a serviço da sociedade e de seu desenvolvimento (Brasil, 2009).

Museus de ciências proporcionam uma experiência imersiva, onde os visitantes podem explorar e compreender conceitos científicos complexos de forma acessível e divertida. Além disso, eles promovem a curiosidade, o pensamento crítico e a capacidade de questionar e investigar o mundo ao nosso redor. Do ponto de vista pedagógico, o museu é classificado como um espaço de educação não formal (ENF), pois as atividades desenvolvidas se enquadram na definição de Trilla (2003) como "o conjunto de processos, meios e instituições específicas e

diferenciadamente concebidos em função de objetivos explícitos de formação ou instrução não diretamente voltados à outorga dos graus próprios do sistema educacional regrado".

Com a popularização da internet, a partir de 1990, surgiram os museus pioneiros na virtualização de acervos. O *WebMuseum*, também conhecido como *WebLouvre*, foi fundado por Nicolas Pioch, na França, em 1994, e é um dos primeiros exemplos de museu virtual. De acordo com a Wikipédia:

Museu virtual é um espaço virtual de mediação e de relação do patrimônio com seus usuários através da internet. É também conhecido como museu online, museu eletrônico, hypermuseu, museu digital, cibermuseu ou museu na web (Wikipédia,2023).

Em 2011, entrou no ar o acervo virtual denominado *Google Arts & Culture*, domínio mantido pelo *Google* em colaboração com museus espalhados por diversos países. Utilizando vídeos 360°, o site oferece visitas virtuais gratuitas a algumas das maiores galerias de arte do mundo. Ao "transitar" pelas galerias, é possível também visualizar imagens em alta resolução de obras selecionadas de cada museu. Em 2015, a mesma empresa apresentou o aplicativo *Google Expedições,* que até 2021, ofertava uma vasta coleção de mais de 1.000 acervos de realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR). Esses acervos abrangem uma ampla variedade de áreas, como ciências naturais, história, arte, cultura e geografia, entre outros. Atualmente o acervo de expedições se encontra no domínio *Google Arts & Culture.*

Em 2020, surgiu o *VOMA*, Museu de Art Virtual e Online. Totalmente virtual, é o primeiro museu do gênero no mundo. Mais do que apenas uma galeria online, o VOMA é 100% virtual, desde as pinturas e desenhos pendurados nas paredes até o próprio prédio - gerado pelo computador do museu - proporcionando aos espectadores uma maneira totalmente nova de experimentar a arte (Baratto,2020).

CRIANDO AMBIENTES VIRTUAIS NO ARTSTEPS

O *ArtSteps* é um aplicativo web que permite aos usuários criarem e compartilharem exposições virtuais personalizadas. Lançado em 2015, essa tecnologia oferece aos usuários uma variedade de recursos, incluindo ferramentas de design intuitivas, modelos pré-fabricados e uma biblioteca de elementos gráficos. Com esses recursos, os usuários podem criar exposições virtuais que permitem aos visitantes explorarem obras em 3D e em 360°.

Nos últimos anos, com as restrições de viagem e o fechamento de galerias e museus em razão da pandemia de COVID-19, o *ArtSteps* ofereceu uma solução para galerias exibirem suas exposições para o público em um ambiente totalmente virtual. Embora tenha sido originalmente desenvolvido como um espaço para artistas e entusiastas de arte, essa ferramenta tem se mostrado eficaz para a divulgação científica, o que pode ajudar a tornar a ciência mais acessível e compreensível para o público geral. Ao utilizar este recurso na educação, os professores podem criar exposições virtuais para ajudar os alunos a explorarem e compreenderem diversos assuntos, como história, ciência, literatura e muito mais. Os alunos podem interagir com as exposições, o que lhes permite aprender de maneira mais envolvente e imersiva do que simplesmente lendo sobre o assunto em um livro didático.

Diante da identificação de uma ferramenta com grande potencial, buscamos a ambientação na plataforma *ArtSteps*, testando todas as ferramentas disponíveis no modo gratuito. A plataforma, apesar de ter o ambiente virtual todo na língua inglesa, é bastante intuitivo. No que segue, iremos detalhar todo o processo de criação de um museu virtual, assim como os recursos disponíveis na versão gratuita.

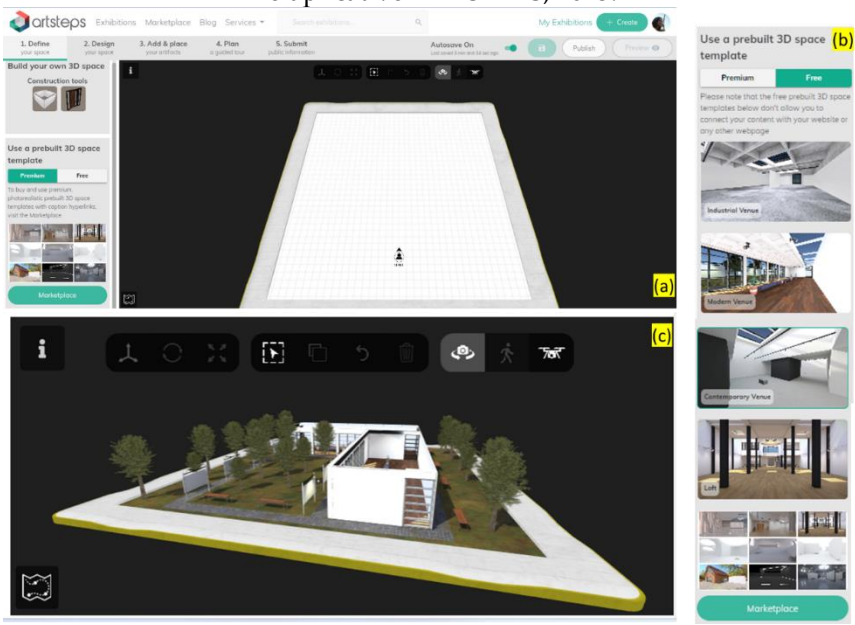
Para acessar os recursos o usuário deverá se cadastrar na plataforma e criar uma conta com login e senha. A plataforma permite que usuários se conectem e apreciem os projetos com a já

popularizada ação “curtir”. No topo da tela à direita é possível iniciar um projeto através da ação “criar”.

A figura 1 apresenta alguns modos diferentes de criar um ambiente. O usuário pode optar por criar um ambiente a partir da construção do cenário, onde elementos estruturais vão sendo adicionados para algo semelhante a um projeto arquitetônico em 3D (imagem 1a). Outra possibilidade é criar o ambiente virtual escolhendo um dentre os quatro cenários gratuitos predefinidos (imagem 1b). Por fim, o ambiente criado é apresentado em um projeto 3D (imagem 1C). Clicando na tela e arrastando simultaneamente, é possível rotacionar o ambiente. Na figura 1(a), próximo a ação “criar”, temos o comando “prévia”. Este comando permite a visitação do museu, simulando uma caminhada pelo cenário. É importante ressaltar aqui, que as ações “definir” e “espaço”, numeradas no aplicativo como passos 1 e 2, são simultâneas.

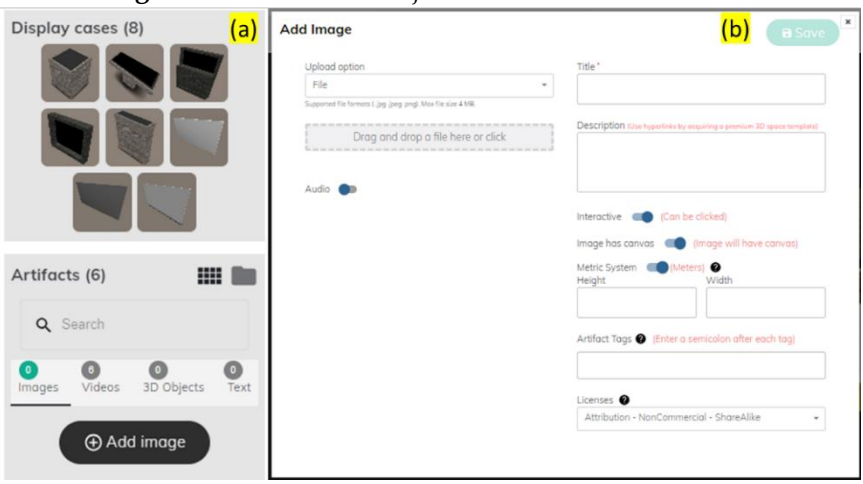
Após acionarmos o comando “prévia” somos direcionados para a ação “adicionar objetos”, numerada como passo 3. Neste momento, são disponibilizados recursos para adaptação do espaço predefinido (como paredes, por exemplo) e recursos para exibição do acervo (como objetos tridimensionais, vídeos de plataformas de acesso público, arquivos de áudio, entre outros).

Figura 1. Criando um ambiente 3D no Artsteps - Capturas de tela feitas no aplicativo ARTSTEPS, 2023.



Na figura 2(a) são apresentadas algumas opções de adição de recursos audiovisuais, que são: imagem, vídeo, objeto 3D e texto. Ao clicar no botão adicionar, uma janela se abrirá para a inserção de detalhes sobre o recurso escolhido (figura 2(b)). Além de nomear o recurso que será exibido, o usuário poderá fornecer uma descrição, dimensões e créditos ao autor do mesmo. Também é possível adicionar informações sobre a classificação da licença e palavras-chave.

Figura 2. Adicionando objetos e recursos audiovisuais

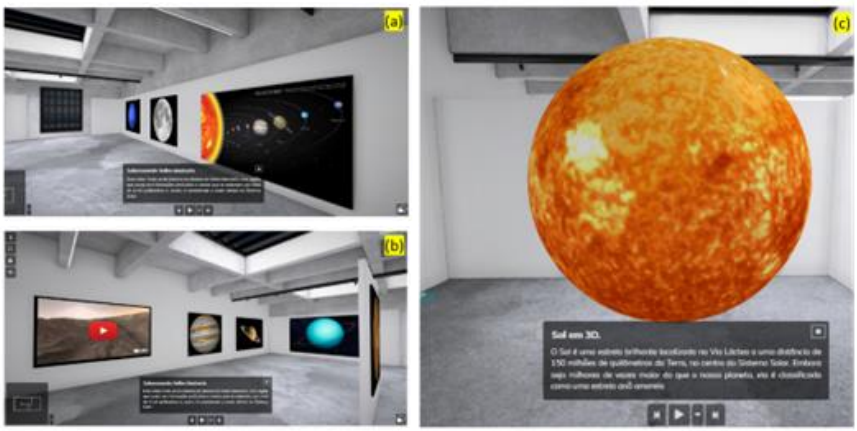


Para a visualização do conteúdo inserido, além do comando "prévia", existe a possibilidade de publicar o projeto (comando "*publicar*"). É importante salientar que, ao publicar, outros usuários poderão localizar o projeto através do uso das palavras-chave. O trajeto-guia gerado, de forma automática, segue a ordem de adição de elementos ao projeto, mas é possível reordená-los para criar uma nova configuração.

A Figura 3 apresenta um projeto desenvolvido por um aluno, do curso de ciências biológicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), em suas atividades como bolsista de Estágio Interno Complementar (EIC). O tema escolhido pelo aluno para esse museu foi o Sistema Solar, uma vez que o bolsista já havia participado de atividades relacionados a esse tema. As figuras 3(a), 3(b) e 3(c), exemplificam, respectivamente, a adição de imagens, vídeos e objetos tridimensionais. Assim que o visitante se aproxima de cada recurso, uma caixa de descrição se abre. O objeto 3D utilizado foi obtido gratuitamente de um banco de imagens 3D, no domínio *sketchfab*, *e*m diferentes formatos. Utilizamos o formato com a extensão. GLB, pois além de ser um formato reconhecido pela plataforma *ArtSteps*, o arquivo possui tamanho suportado pela nuvem da plataforma. No domínio *Sketchfab* também é possível

localizar modelos 3D animados, estáticos e projetos para impressão em impressoras 3D. O projeto Astros, desenvolvido pelo graduando, está na plataforma *ArtSteps* e pode ser acessado através do link https://www.artsteps.com/view/63c23480461d8d87266a6ce9.

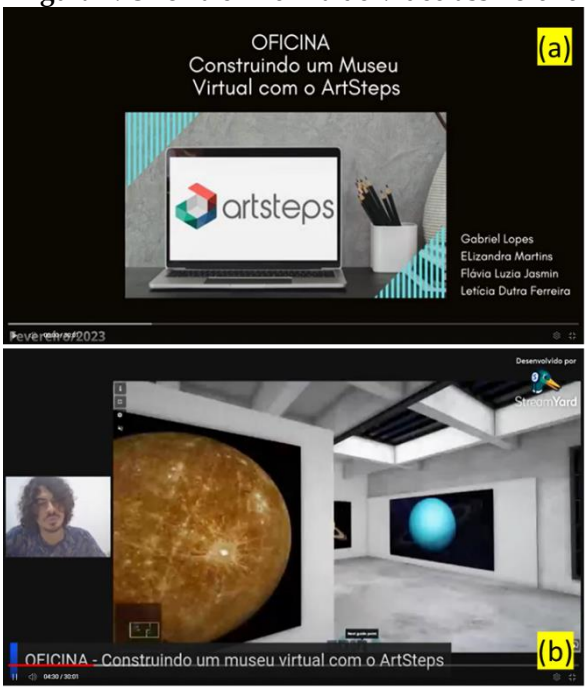
Figura 3. Projeto elaborado no ArtSteps



PRODUÇÃO AUDIOVISUAL DA OFICINA CONSTRUINDO UM MUSEU VIRTUAL COM O ARTSTEPS

Com o museu virtual Astros criado, o graduando iniciou o processo de gravação do tutorial sobre o uso do ArtSteps. A plataforma utilizada para a gravação foi o *Streamyard, que* permite a criação de estúdio de gravações e transmissões ao vivo, sem a necessidade de equipamentos como câmeras filmadoras ou *smartphones*. A gravação foi feita presencialmente, em um formato onde o protagonismo é exclusivo do graduando. Durante a gravação foram feitas pausas para ajustes e as docentes presentes fizeram as perguntas pertinentes ao conteúdo apresentado. O vídeo foi apresentado durante o presente Simpósio, com duração de 30 minutos. Na figura 4, temos captura de cenas do vídeo sobre a oficina. Na figura 4(a) temos uma arte simples usada com a imagem de divulgação da plataforma *ArtSteps* e, na figura 4(b), uma imagem do graduando conduzindo a oficina.

Figura 4. Oficina em forma de Vídeo assíncrono



A oficina assíncrona teve como público-alvo docentes e graduandos dos cursos de licenciatura de diversas cidades do país. O vídeo pode ser acessado pelo link https://youtu.be/H1tXzzD9Hdo.

CONCLUSÃO

O uso da realidade virtual na educação básica tem se mostrado uma ferramenta promissora para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Essa tecnologia oferece a oportunidade de explorar lugares distantes, interagir com objetos tridimensionais e até mesmo simular experimentos científicos complexos. Ao possibilitar uma aprendizagem mais envolvente e prática, a realidade virtual estimula a curiosidade, o pensamento crítico e a resolução de problemas, proporcionando aos alunos uma compreensão mais profunda

dos conteúdos estudados. Além disso, a realidade virtual pode ajudar a promover a inclusão, permitindo que alunos com diferentes habilidades e estilos de aprendizagem participem de experiências educacionais imersivas e significativas.

Neste sentido, o ArtSteps se mostrou uma ferramenta com um amplo potencial de aplicação tecnológica para a melhoria do ensino e da aprendizagem. Tal ferramenta, originalmente explorada em um contexto artístico, pode e deverá ser mais aplicada nas mais diversas áreas de conhecimento. Prova disto foi a aplicação proposta neste trabalho, que apresentou um museu virtual com o tema "Sistema Solar".

O ArtSteps se mostrou um ambiente virtual de fácil utilização e, apesar da interface utilizar a língua inglesa, ela é altamente intuitiva, com muitos recursos visuais que proporcionam a qualquer usuário a construção de um projeto de museu completo. A versão utilizada nesta proposta foi a gratuita, que possui um excelente número de funcionalidades que permitiram a criação de um museu com recursos fotográficos, de vídeos e objetos em 3D, além de permitir a orientação de visitação da exposição, entre muitas outras funcionalidades.

Alguns desafios encontrados na elaboração desta proposta se concentraram na utilização simultânea do ambiente de realidade virtual ArtSteps e o Streamyard. Notamos um elevado consumo de memória do sistema operacional quando tais programas eram utilizados conjuntamente.

Por fim destacamos, todo o aprendizado construído pelo graduando, que ao construir um museu virtual com o ArtSteps e organizar a oficina da proposta deste trabalho com a gravação de um tutorial, pôde aprimorar suas habilidades tecnológicas e aprender a operar equipamentos de gravação de áudio e vídeo, além de editar o conteúdo e de utilizar diferentes ferramentas e softwares de produção. Essas habilidades são cada vez mais relevantes na era digital e podem ser aplicadas em diferentes contextos profissionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As docentes proponentes desta oficina participam do projeto "Pontes entre a Universidade e a Escola Básica: promoção e construção do conhecimento científico", contemplado no edital FAPERJ nº 45/2021 – apoio à melhoria das escolas da rede pública sediadas no estado do rio de janeiro – 2021. Agradecemos a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e a secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação pelo suporte financeiro e pela concessão de bolsas para demais estudantes envolvidos no projeto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio financeiro através do edital Nº 45/2021 – Apoio à melhoria das escolas da rede pública sediadas no Estado do Rio de Janeiro, processo E-26/210.177/2022.

O graduando, autor proponente da oficina, é bolsista de Estágio Interno Complementar do programa de bolsas CETREINA, vinculado à Pró-Reitoria de graduação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Agradecemos a bolsa concedida ao estudante.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. R., M. R. Minho e M. V. Diniz, "Gamificação: diálogos com a educação" in Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014, pp. 74-97.

BARATTO, Romullo. "Voma, o primeiro museu de arte totalmente virtual do mundo" 10 Dez 2020. ArchDaily Brasil. Acessado 2 de Julho de 2023. <https://www.archdaily.

com.br/br/952899/voma-o-primeiro-museu-de-arte-totalmente-virtual-do-mundo> ISSN 0719-8906
BLOOM, L., STEINMANN, J. Ranked: The World's 15 Best Virtual Tours To Take During Coronavirus, Revista Forbes online, publicado em 20 abr 2020.
BRASIL, 2018. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no contexto escolar: possibilidades (mec.gov.br) acessado em 22 de janeiro de 2023.
COSTA, A. Contributo De Mashups Web 2.0 Na Construção De Uma Memória Colectiva. Dissertação. Mestrado Em Comunicação Multimédia. Universidade De Aveiro, Aveiro, 2009.
FONSECA K. R., Oliveira, C.B.C., Valle, M.G. O Uso Da Realidade Virtual No Ensino De Biologia: Análise De Tours Do Aplicativo Google Expedições, Revista Novas Tecnologias na Educação V.20 Nº 1, agosto, 2022
JOHNSON, A.; Moher, T.; Ohlsson, S.; Gillingham, M. (1999). The Round Earth Project-collaborative VR for conceptual learnings. IEEE Computer Graphics and Applications 19(6), 0–69.
KNITTEL, T. F.; MENUZZI, M.; PEREIRA, M.; SANTANA, L. MINECRAFT: Experiências de sucesso na sala de aula. In: XVI SBGames – Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 2017, Curitiba. Cultura, 2017.
LOCKLEAR, Mallory. "Take a VR trip with Google Expeditions all by yourself". Em Engadget. Publicado em 28 de julho de 2017. Disponível em https://www.engadget.com/2017/07/19/vr-trip-google-expeditions-yourself/. Acesso em 7 de julho de 2023.
RODRIGUES, G.P. e PORTO, C.M. – Realidade Virtual: Conceitos, Evolução, Dispositivos E Aplicações – Interfaces Científicas – Educação, Aracaju, V.01, N.03, p. 97-109, jun. 2013.
SANTOS, V. M. S.; SILVA, K. C. L.; LEBRÃO, H. M.; SOUZA, F. S.; SILVA, J. D. R. A Realidade Virtual Como Mecanismo Facilitador No Ensino De Ciências. In: Congresso Nacional de Educação, 2019, Fortaleza. Anais VI CONEDU, 2019. V. 1

SOUZA, M. V. R., Barros, L. O. E Farias, F. O. M. A realidade virtual como ferramenta pedagógica no ensino de física. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.9, n.4, p.14246-14263, abril,2023

TRINDADE, J. A.; FIOLHAIS, C. A Realidade Virtual no ensino e aprendizagem de Física e Química. Gazeta de Física, São Paulo, v. 19, n. 2, p.11-15, abr. 1996.

TRILLA, Jaume et al. La educación fuera de la escuela: ámbitos no formales y educación social. Barcelona: Ariel Educación, 2003.

Wikipedia contributors, '360-degree vídeo', *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 29 Junho 2023, 00:46 UTC, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=360-degree_video&oldid=1162413876> [acessado em Julho de 2023]

WIKIPÉDIA. MUSEU VIRTUAL. Flórida: Wikimedia Foundation, 2023. Acesso em: 6 de julho de 2023. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Museu_virtual&oldid=65824237.

MATEMÁTICA, LINGUAGEM E COGNIÇÃO: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS SOBRE AS INTERFACES LINGUÍSTICAS E SEMIÓTICAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA[1]

Jean Felipe de Assis

INTRODUÇÃO

Questionamentos sobre o que seja a Linguagem, seus usos, suas propriedades comunicativas e suas características intrínsecas estão associados a diversas formas de investigação intelectual, perpassando discussões variadas ao longo de múltiplas tradições. Todavia, devido ao interesse de uma pesquisa sobre as interconexões entre Matemática, Cognição e Linguagem no contexto do Ensino da Matemática, opta-se por uma apresentação e uma avaliação crítica de algumas tradições importantes para o desenvolvimento de atividades pedagógicas e posteriores considerações teóricas a respeito dos meios pelos quais os saberes matemáticos e as práticas linguísticas associam-se em variados processos cognitivos que podem ser avaliados em contextos escolares particulares. Para tanto, propõe-se a: uma discussão de algumas pesquisas recentes que relacionem Linguagem, cognição e matemática no contexto do cotidiano escolar; uma consideração sobre a clareza, consistência e objetividade dos enunciados matemáticos; uma revisão sobre as propostas de Jean Piaget e de Lev Vygotsky, especialmente seus respectivos entendimentos sobre a aquisição e utilização da linguagem no desenvolvimento intelectual infantil; uma rápida consideração histórica e filosófica sobre a Linguagem, suas definições contextualizadas, suas

[1] https://doi.org/10.51795/978652651617189117

aplicações e suas implicações para a compreensão intelectual e social, com ênfases aos desenvolvimentos linguísticos e as discussões epistemológicas recentes.

A necessária insubordinação possui suas raízes em modos de compreensão da realidade, sobretudo as características sociais e pedagógicas, nos quais teoria e prática não estão dicotomicamente separadas (D´Ambrósio, 1986; 1996). Verifica-se, portanto, um enfoque crítico aos sistemas educacionais, em nossa era marcada pela cultura burguesa capitalista e voltada para práticas sociais de mercado. Desse modo, constatam-se os diversos modos pelos quais a burocracia dos currículos e suas utilizações pedagógicas em nossas salas de aula impulsionam eliminações graduais do lugar de vida dos raciocínios matemáticos mais elementares, nutridos nas bases cognitivas de todos os seres humanos, a ponto desses raciocínios matemáticos serem vistos como abstrações sem qualquer embasamento na realidade e, portanto, sem uma contribuição efetiva para a formação de um cidadão crítico. Tais premissas, decorrentes de uma perversa utilização dos parâmetros educacionais hegemônicos, não são corroborados com as pesquisas pedagógicas, mas são resultantes de um processo de constituição social e política: exigem-se, portanto, insubordinações: epistemológicas, históricas, criativas, sociais e pedagógicas.

Embora nossas diretrizes e parâmetros curriculares nacionais almejem a enfatizar a cidadania, a educação social e a formação crítica dos cidadãos, constantes poluições em nossas ecologias dos saberes – paráfrase às teses centrais de Boaventura Souza Santos – perpetuam práticas educacionais e sistematizações formais da Educação matemática que impossibilitam cuidados necessários para a resolução de problemas concretos e para sistematizações lógico-abstratas. Essa defasagem, somada às condições materiais e estruturais insuficientes, contribuem para perdas significativas no potencial científico e tecnológico brasileiro. Embora tenhamos testemunhado alguns avanços no processo educativo nacional, a Educação, em seu constante processo de conscientização na constituição primordial da prática da liberdade,

não efetua as mudanças sociais necessárias devido a ações educacionais que não promovem uma leitura crítica do mundo. A Pedagogia da Esperança, pensada por Paulo Freire, nunca se concretizou devido às significativas forças das estruturas de produção em que todos estamos inseridos, por meio das quais a autonomia, a assimilação e a acomodação dos desenvolvimentos cognitivos são substituídas por modelos pré-estabelecidos.

As críticas aos livros didáticos e às aplicações das diretrizes, assim também dos parâmetros nacionais, demonstram essa constatação nos insatisfatórios usos da História das Ciências na apresentação do material didático, em especial os livros comumente usados em nossas salas de aula, que impedem uma reflexão crítica, social, política e intelectual dos conteúdos estudados (Schubring, 2003). Por outro lado, os trabalhos de Raymond Duval corroboram para a importância dos registros de representação semiótica e o funcionamento cognitivo estão profundamente relacionados nos contextos de apreensão da realidade, na constituição das ideias matemáticas e no desenvolvimento dos sistemas de pensamento (Duval, 2012, p.266-297). Dessa maneira, ao avaliar criticamente os parâmetros nacionais de nossa educação em uma constituição responsável de nossa cidadania e da identidade nacional para o bem-estar de todos os cidadãos, conforme nossos documentos educacionais salientam, devemos destacar os modos nos quais as diferentes linguagens integram a educação matemática, mas também a adequação para o desenvolvimento cognitivo e intelectual de nossos cidadãos e de nossa sociedade.

Matemática, Linguagem e Ensino

A importância do vernáculo, especificamente a multiplicidade dialética, no ensino de matemática é destacada nos estudos sociolinguísticos em que a construção do sentido é parte integrante das metodologias aplicadas (Rowland, 2000, p. 2-8; 115-120). Ademais, a apreensão e a expressão dos conceitos, a utilização

de outras mídias, assim também o multiculturalismo e multilinguismo são fatores de destaque em pesquisas de Educação Matemática desde meados do século XX. Diante da pluralidade de concepções a respeito das interações entre as Linguagens e as Matemáticas, as atualizações da fala são mecanismos conceituais que potencializam o significado do aprendizado matemático em formas dialogais na produção do sentido, em múltiplos meios e em variadas formas de expressão (Planas, 2018, pp. 215-229). Desse modo, os usos das diversas mídias que materializam a Linguagem em seus modos discursivos potencializam o sentido construído nas práticas de Ensino. A Linguagem não é concebida como uma entidade ideal, mas um lugar para imaginar e para tornar possível a apreensão das ideias matemáticas. Além das tradicionais dicotomias e polaridades, reúnem-se múltiplas materializações no desvelar do sentido dos conteúdos matemáticos. Na interação entre as variadas formas linguísticas no processo de educação, e.g., matemática, formal, informal, coloquial e assim por diante, há uma reconstrução de sentidos nos diversos meios de comunicação, os quais estão inseridos em contextos culturais específicos. Assim, todas as manifestações linguísticas propiciadas pelo conteúdo matemático são relevantes, pois ao se complementarem, também permitem continuidades e ressignificações, mas também descontinuidades e inovações.

O aprendizado de matemática em contextos bilíngues ou naqueles em que uma língua ainda não adquirida seja usada, tem sido utilizado como um ambiente propício para investigar as estratégias de aprendizados e de pensamentos matemáticos específicos, nos quais diferenças estatísticas podem ser avaliadas para distinguir o processo de desenvolvimento cognitivo para a matemática em conexão com contextos linguísticos específicos. Aini-Kristiina Jäppinen, por exemplo, investiga a manifestação dos desenvolvimentos cognitivos ao diagnosticar as potencialidades e os obstáculos que uma educação em contexto de multilinguismo podem acarretar para a apreensão das ideias matemáticas (Jäppinen, 2005, pp. 147-168). Avaliam-se, entre outras considerações, as práticas racionais que utilizam analogias para

a compreensão cognitiva. O estudo defende que as habilidades cognitivas em ambientes com maior riqueza linguística, em diferentes níveis e faixas etárias, possuem significativos enriquecimentos, sobretudo devido a diferentes meios, esquemas mentais e conceitos que podem auxiliar na mediação de problemas mais abstratos.

A performance dos alunos de origem asiática em matemática nos Estados Unidos instiga debates há tempos. Investigações sobre o incentivo cultural para a educação, o suporte doméstico e a possibilidade de fatores inatos que contribuam para o sucesso desses estudantes são temas recorrentes. Todavia, são famosas as investigações sobre as variações cognitivas do número a partir de diferenças culturais e étnicas, visto que a língua falada possui características específicas que estão relacionadas com a apreensão das ideias numéricas (Miura, 1987, pp. 79-82). Ao discutir a base de dados em que são comparados os processos cognitivos de crianças americanas e japonesas, Irene Miura infere que a representação cognitiva de número possui diferenças significativas entre as crianças que possuam como primeira língua inglês ou japonês. Discute a autora a respeito dos efeitos dessas disparidades nos princípios de cálculos, visto que crianças japonesas utilizam mais facilmente a base 10 em suas representações das operações, evocando, assim, uma evidência para que os falantes de línguas asiáticas possuam uma organização mental em estruturas numéricas com valor posicional como parte integrante do processo cognitivo, dispensando, inclusive, usos de materiais concretos. Por outro lado, os falantes primários de língua inglesa coletam unidades visando "números construtíveis", carecendo de exercícios específicos para o posicionamento dos algarismos. Avalia-se, portanto, que o uso de material concreto assiste a essas crianças em seu entendimento, embora tais conceitos não estejam explícitos em seu idioma. Assevera-se, assim, que tais componentes linguísticos são importantes para um estudo cognitivo das ideias matemáticas, embora fatores sociais não possam ser descartados para o sucesso dos estudantes, e.g., expectativa cultural e suporte doméstico. Todavia, ao avaliar a

cognição numérica em crianças, o modo de expressão das línguas faladas possui um impacto significativo.

Angela Berger ao avaliar as interações entre matemática e Linguagem a partir da resolução de problemas por discentes que possuem inglês como segunda língua, estuda especificamente os modos pelos quais o aprendizado de um segundo idioma relaciona-se com o ensino, o processo cognitivo e a resolução de problemas a partir da construção de significado. Assim, a necessidade de utilização de uma segunda língua permite estudar a importância da recepção textual, mas também diferentes modos de apreensão dos conceitos, visto que alguns resultados estatísticos apontam para usos mais detalhados das informações textuais a partir das deduções lógico-matemáticas realizadas nos exercícios (Berger, 2015, pp. 285-313). De um lado, há uma premissa de que a matemática seria independente das línguas naturais e, portanto, não apresentaria dificuldades em seu desenvolvimento em salas de aula multilíngues. Todavia, há críticas que enfatizam a necessidade de uma grande riqueza de linguagens para explorar mais adequadamente os resultados matemáticos. A matemática possui coexistência com outros modos simbólicos de interação, possuindo funcionalidade em contextos específicos, vocabulário técnico e particularidades sintáticas. Desse modo, os desenvolvimentos das teorias matemáticas estão enraizados nas diversas formas linguísticas que os humanos utilizam em seu cotidiano, mesclando expressões verbais, visuais e simbólicas (Lemke, 2003, p. 215-234; O´Halloran, 2005, p. 1-21). A linguagem natural, portanto, é vista como pré-requisito para o aprendizado da matemática, em abordagens cognitivas, funcionalistas e sócio interacionistas. Nesse sentido, não apenas os traços culturais, históricos e epistemológicos, mas a própria constituição educacional formal constrói um contexto cognitivo e linguístico para a aprendizagem da matemática.

Estudos sobre a compreensão dos problemas aritméticos buscam delinear com precisão o desenvolvimento dos modos de expressar uma questão, as propostas de solução do modelo matemático e um retorno para o contexto como componentes

indispensáveis. Ao ler e selecionar a informação, usa-se um modelo mental mediante o qual uma linguagem semiótica formaliza a compreensão de um modelo matemático coerente que resolva o pedido e verifique os resultados obtidos (Novotná, 2004, pp. 193-198). Inicialmente utilizado para investigar o processo mental e cognitivo na resolução de exercícios, essa proposta também pode avaliar o processo empregado por discentes durante a realização de uma tarefa. Processos linguísticos, e.g., recepção, expressão e apresentação, perpassam a atividade matemática, especificamente em seus contextos pedagógicos, os quais podem apresentar dificuldades específicas em ambientes em que a língua falada não seja a materna. Nesse contexto, Angela Berger pondera que o entendimento do léxico, a compreensão sintática, o estabelecimento do significado e a possibilidade de inferência mediante modelos mentais sejam inerentes à recepção textual. Por outro lado, a conceptualização de mensagens pré-verbais, as intenções de gerar um código comunicativo, a utilização de recursos lexicais variados, a construção de estruturas sintáticas e a apresentação de uma articulação lógica, fonológica e plena de sentido são componentes da produção textual realizada na resolução dos problemas matemáticos (Berger, 2015, pp. 285-313).

Desse modo, a compreensão e a competência matemáticas perpassam processos cognitivos que envolvem atividades vinculadas diretamente à Linguagem. Berger defende que compreender um problema em uma língua que não seja a materna envolve um processo de recepção e de interpretação mais consciente, ao mesmo tempo em a resolução implica uma atividade de escrita por diferentes códigos, não necessariamente equivalente à língua falada. Ao analisar os dados obtidos, a autora atesta que os processos linguísticos e matemáticos estejam associados, particularmente em ambientes bilíngues que exigem maior atenção e maior cuidado na recepção de conceitos e na execução das atividades. Ademais, a produção de proposições requer estruturas mentais e esquemas linguísticos para a resolução dos problemas. Conclui-se que é necessário a utilização de um modelo integrado

entre Linguagem e Matemática, em que os conceitos, proposições e exercícios estejam orientados para a interação entre os modos de apreensão e a prática dos discentes. Recepção e produção textual, mediante linguagem coloquial ou expressões matemáticas, possibilitam diversas interações entre os conteúdos matemáticos e as perspectivas linguísticas no processo de compreensão e de resolução de problemas mediante modelos mentais e formas comunicativas contextualizadas. Uma integralização consistente entre os estudos linguísticos e matemáticos na sala de aula torna-se relevante não apenas em contextos multilíngues, mas pelas abordagens cognitivas possíveis de serem estudadas na compreensão e na expressão das ideias matemáticas, na atenção necessária para a leitura e também nas dimensões cognitivas de apreensão, proposição e expressão.

As variadas maneiras pelas quais as linguagens artísticas e os saberes humanísticos desempenham importantes funções cognitivas no desenvolvimento das ideias científicas, tecnológicas e matemáticas devem refletir em nossos currículos práticas pedagógicas e modos de pensar os desenvolvimentos epistêmicos específicos, sobretudo em uma era marcada por inovações tecnológicas constantes. A associação entre leitura, escrita e o processo científico é evidente. Destacam-se clareza, articulação, coerência e uma transposição de ideias a formas textuais coloquiais. Desse modo, além das tradicionais ciências, tecnologias, engenharias e matemáticas (na sigla inglesa STEM), Lawrence Baines e outros educadores incluem Artes, especialmente a linguagem como um instrumento essencial para a produção, expressão e divulgação dos resultados acadêmicos – opta-se, assim, por STEAM (Babaci-Wilhite, 2019). A importância de valorizar estudos linguísticos em suas relações com as outras atividades escolares, científicas e sociais são corroboradas por inúmeros fatores, dos quais Baines destaca: heranças culturais; núcleos comuns de aprendizado; processos de cognição e socialização; mudanças tecnológicas e de outras mídias; novas ferramentas na era digital (2015, pp. 247-259).

Matemática e Linguagem: Relações, Associações, aproximações e distanciamentos

Há associações variadas entre as Matemáticas e a Linguagem, dentre as quais investigações sobre as bases lógicas e cognitivas de ambas, suas funções intelectuais e o papel desempenhado no desenvolvimento social. A concepção de que a matemática seja uma Linguagem universal, concisa, clara e consistente predispõe que seus métodos e seus resultados possam ser instrumentalizados para atividades científicas. Todavia, conforme variados debates no âmbito da Filosofia da Matemática demonstram, a validade dessa universalidade, dessa pretensa clareza e as almejadas fundamentações estritamente lógicas possuem consistências restritas e tampouco as inferências feitas pelas ciências particulares de formalização matemática possuem uma verdade absoluta em face às experiências e aos resultados experimentais (Petiot, 2005, pp. 10-13). A matemática, portanto, não deveria ser pensada apenas como uma "Linguagem" denotativa sobre a realidade e as características dos fenômenos físicos, mas também como predicações de suas próprias entidades, possuindo valor de necessidade de acordo com regras convencionalmente estabelecidas. Desse modo, podem existir "platonistas apenas para as demandas científicas" ou nominalistas que rejeitam qualquer necessidade de existência das entidades matemáticas para as propostas científicas, visto que essas podem ser vistas como meras "ficções" (Field, 2016, pp.1-6; p. 55).

Alfredo Adler, por outro lado, ainda sustenta que a matemática seja uma "linguagem pura", um meio ideal pelo qual a ciência expressa suas proposições e, assim, associada à exatidão linguística, aparenta-se a uma arte com a capacidade de precisão e de clareza em seus termos, conceitos e proposições, em contrapartida às línguas naturais que possuem vocábulos impossíveis de serem definidos com rigor, e.g., "felicidade" (Adler, 1972, p.39-45). Schwarzenberger, pondera que a matemática seja uma linguagem, em associação às línguas naturais, mas também é

útil a propósitos específicos, ao facilitar uma demonstração por vias "algébricas", o que não necessariamente possua valia para expressar um poema romântico (Schwarzenberger, 1971, p. 63-64). Todavia, a matemática encontra-se na base das culturas humanas, sendo considerada por alguns uma atividade linguística específica que ordena as experiências em um fluxo de consciência e em bases sociais (Manin, 1999, pp. 154-156). Sem a flexibilização das línguas naturais, mas mantendo abertura e criatividade, a matemática constrói sistemas que devem ser interpretados em seus contextos, os quais estão em constantes transformações.

Destacam-se, portanto, as ambiguidades presentes nas sistematizações lógicas e matemáticas, especificamente nos variados meios de sistematização semiótica, nas expressões simbólicas e nos modos de verbalização das definições, axiomas, teoremas e resultados. Questões relevantes ao longo de toda a história da Filosofia, mas que também sustentam relações entre as diversas formas de Linguagem e as Matemáticas. Se, de fato, há uma busca incessante por objetiva clareza e simplicidade, são inevitáveis as construções simbólicas e a utilização do vernáculo. Dessa maneira, as atividades matemáticas, em todos os níveis escolares, universitários e de pesquisa, interagem com múltiplas concepções linguísticas e com variadas considerações sobre as Linguagens, i.e., perpassam as línguas naturais e as linguagens artificiais em seus meios de comunicação sistematizada pela convenção de signos, símbolos e sons, partilhando de materializações e abstrações em diversos momentos do processo cognitivo, especificamente na produção e na utilização de códigos específicos mediante os quais sentenças e proposições podem ser criadas a partir de um conjunto estabelecido. Justifica-se, assim, investigações sobre os períodos de desenvolvimento cognitivo, a linguagem e a matemática, especificamente em um período em que considerações sobre uma teoria universal dos signos já tenha sido pensado.

Linguagem e Cognição no Desenvolvimento Intelectual: Uma Exemplificação no Pensamento de Jean Piaget e Lev Vygotsky

A teoria proposta por Jean Piaget define seis estágios sensórios motores que gradativamente, por assimilação e complementação, possibilitam a percepção de um objeto em sua permanência, as primeiras concepções do espaço e do tempo, assim também as primeiras impressões com a causalidade (Piaget e Inhelder, p. 12-27). No desenvolvimento da percepção, em variadas formas de sistematização, constâncias e causalidades auxiliam na constatação de um campo dos efeitos, ação individual e dos outros, a integrar gradativamente a constituição de conceitos e operações. Constatam-se nas observações iniciais dos dados que esse desenvolvimento cognitivo não seria possível sem esquemas estruturantes lógico-matemáticos, além da percepção, mas em interação com operações conceituais reversíveis e adaptações percebidas como irreversíveis – em um paralelo visto com as histórias das ciências (Piaget e Inhelder, p. 49-50). As funções simbólicas ou semióticas perpassam imitação, desempenho materializado de imagens e a constituição de uma imagem mental em que a memória e a evocação de objetos que não estejam presentes possibilitam exercícios e operações lógico-cognitivas na formação e no desenvolvimento de traços linguísticos e cognitivos (Piaget e Inhelder, p. 54-76). Constatam-se diferentes formas de representação que possibilitam evocações e a comunicação em uma assimilação gradual das operações concretas e o desenvolvimento subjetivo por uma série de estágios de descentralização e de abstração lógica (Piaget e Inhelder, p. 96-129).

A matemática, nos modelos de Educação construtivistas herdadas do pensamento de Jean Piaget, atesta que os discentes elaboraram o conhecimento mediante acomodações e assimilações, pelas quais o próprio saber e também as estruturas cognitivas são modificadas gradativamente em seus contextos particulares. Essa tarefa dinâmica, conforme argumentado por Eillen Faulkenberry e Thomas Faulkenberry, exige reflexão pessoal dos discentes na

constituição de uma abstração reflexiva em adaptações a novas informações e a transformações nos contextos dos quais os estímulos são originados. Evidentemente, constatam os autores mencionados, que é impossível manter um puro ideal construtivista diante das demandas das salas de aula, as quais estão sempre inseridas em espaços pedagógicos mais amplos da sociedade, em seus problemas civis, políticos e sociais. (Faulkenberry e Faulkenberry, 2006, p. 18-21.). A matemática é um exemplo significativo do desenvolvimento cognitivo humano nas famosas quatro fases propostas pelo filósofo e pedagogo suíço. Essas fases, em constante interação entre acomodação e assimilação, são descritas pelos períodos sensoriomotor, pré-operatório, operacional concreto e operacional formal.

A criança, em desenvolvimento gradual, inicia, em seu estado sensorial, com necessidades motoras e objetos materiais possibilitam suas aptidões cognitivas básicas, reconhecendo padrões e diferenças antes mesmo de conceituar àquilo que a experiência apresenta. Antes de seu estado operacional, em seu processo de desenvolvimento, acredita-se que a criança já possua esquemas mentais permanentes reunidos em símbolos e signos que possibilitem, inclusive, o desenvolvimento da linguagem. No estágio concreto operacional, a criança está apta a executar operações básicas que envolvam abstrações semióticas, classificações e ordenações a partir de exemplos concretos. No estágio final proposto pela teoria, operacional formal, verifica-se a possibilidade de pensamentos mais abstratos, inclusive a compreensão de hipóteses e condições lógicas (Piaget e Inhelder, 2000, p. 152-160).

A Linguagem perpassa tais estágios de desenvolvimento propostos, desde os rudimentares meios de classificação, perpassando repetições e considerações recursivas, mas também nas argumentações individuais e coletivas do infante (Piaget, 2002, p. 39-49; 58-75). Dessa maneira, a busca por relacionamento causal precede a cristalização das estruturas mentais da Matemática e da Linguagem ao mesmo tempo em que perpassa os estágios de

desenvolvimento dessas atividades em processos abstrativos, em intentos de objetividade, meios de coleta racional de dados, mecanismos de entendimento e formas de comunicação verbal (Piaget, 2002, p. 165-200). O hábito de uma explicação material justificável relaciona-se com a formação de modelos lógicos que busquem padronizações similares, mesclando interesses concretos e psicológicos, físicos e metafísicos, que podem ser avaliados ao longo da caminhada individual e coletiva em suas tentativas de unificar explicações e implicações (Piaget, 2002, p. 231-241).

Além de auxiliar os professores a elaborar atividades correspondentes a cada estágio do desenvolvimento humano, a proposta de Piaget é útil para todas as idades, visto que, a partir de experiências concretas, o humano desenvolve seus signos e modos de compreensão até obter um sistema operacional formal. Tal premissa é vista também ao longo das Histórias das Ciências particulares, nas quais casos concretos requerem experimentos, físicos ou mentais, a partir dos quais sistemas teóricos são gerados a posteriori. Observa-se, portanto, um paralelo entre as formas de cognição humana, tanto em seu desenvolvimento infantil, mas também em seu avanço intelectual nas áreas dos saberes particulares (Piaget, 1967, p. 554-598; 2002, p. 232-235). Constatam-se também que as bases cognitivas da matemática estão inseridas no desenvolvimento humano, seja suas premissas cognitivas desde a infância, seja nos diversos formalismos sistematizados ao longo da história.

Em sua crítica ao modelo proposto por Piaget, considerado um idealismo subjetivo sem poder de generalização devido ao contexto particular de suas análises que desconsideravam situações em que o lúdico e as práticas propostas não eram cabíveis (p.50-56), Lev Vygotsky acentua as múltiplas interações possíveis entre pensamento e palavra, em suas variadas vias possíveis, nas interações entre planos internos e externos, assim também em suas dinamicidades e complexidades (Vygotsky, 1986, p. 249-254). Pondera o intelectual soviético que a articulação causal, lógica e formal não pode ser resultado apenas de abstrações individuais,

mas de uma coexistência de fatores pessoais e sociais desde os primórdios dos processos de apreensão e expressão (Vygotsky, 1986, p. 29-59). Ao enfocar nas formas pelas quais o pensamento cristaliza-se nas palavras, sem uma oposição entre as fantasias individuais e as necessidades pessoais, mas na cooperação entre as necessidades coercitivas do social e das intenções do ego, Vygotsky enfatiza que pensamento e palavra aparentam ser indissociáveis, sendo impossível delimitar estágios e relações causais pré-estabelecidos para o desenvolvimento cognitivo humano. Para tanto, a internalização de esquemas mentais herdados do contato social possibilita que os dados sensíveis, e posteriormente abstratos, apreendidos sejam expressos por palavras. Assim, ao afirmar a atividade intelectual inerente aos humanos seja viva e dinâmica, postula que os dados possíveis de serem obtidos são aqueles pensamentos que nascem conjuntamente às palavras e um pensamento sem essa possibilidade expressiva é algo morto (Vygotsky, 1986, p. 210-216,). A Linguagem, portanto, não pode ser separada das formas de consciência e de intelecção; a materialização formal da palavra, cristaliza de forma direta uma expressão histórica da consciência humana; desse modo, uma palavra é um reflexo e um microcosmo da consciência, uma célula de um organismo vivo (Vygotsky, 1986, p. 255-256).

Dessa maneira, em suas interações com as constituições sociais das experiências humanas, o pensamento de Vygotsky aponta para modos de institucionalização e internalização de formas mentais que refletem complexas e variadas relações cognitivas, as quais são perpassadas por apreensões e expressões do pensamento mediante a Linguagem. Assim, educadores matemáticos enfatizam a importância da organização social das salas de aula na promoção de valores, ideias, crenças e ferramentas para o desenvolvimento individual em um contexto de familiaridade, herança de padronizações, estruturações e acordos previamente estabelecidos (Walshaw, 2017, p. 307-308). Dessa interação, antigas e novas constituições simbólicas podem ser criadas de acordo com as necessidades percebidas por essa

comunidade em constante formação e contínuas transformações. Lyn Taylor descreve como experiências significativas, que conectam a prática de ensino da matemática com a experiência social dos discentes, possuem grande relevância na educação matemática (Taylor, 1992, p.8-23). Salienta as seguintes quatro perspectivas como centrais para a sua observação: interação com o assunto (formal ou material) tratado; momentos de monitoria e supervisão; interação entre os colegas discentes; re-apropriação das experiências negativas que, invariavelmente, todos tivemos no ambiente escolar. Há estudos sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygostskys e o desempenho matemático dos discentes nos quais acredita-se que, embora uma criança não possa efetuar uma atividade por si mesma, mediante supervisão e orientação, ela seja capaz de atingir metas prescritas e desenvolver atividades de forma independente. As zonas pensadas por Vygotskys delimitam aquilo que pode ser apreendido por um indivíduo sozinho, aquilo que pode ser feito com auxílio de outros e aquilo que não pode ser realizado em um determinado contexto. Denhere Christmas e seus co-pesquisadores argumentam que os professores tendem a não fornecer os subsídios necessários, pois não possibilitam a autonomia na aprendizagem e tampouco possuem o tempo necessário para a internalização dos conceitos. Contudo, pondera que quando os docentes estruturam as atividades e promovem a interação necessária, a concepção da zona proximal de desenvolvimento desse pensador russo é de grande valia (Christmas et ali, 2013, p. 371-377). Desse modo, criar mediações em sala de aula ou por materiais textuais são de grande valia nessa contribuição.

Nos Caminhos da Linguagem...

Embora as práticas cognitivas iniciais que posteriormente serão utilizadas pelos raciocínios matemáticos sejam constituídas em períodos anteriores à aquisição da linguagem verbal, a importância da Linguagem vernácula é evidenciada muito cedo.

Em contrapartida, as variadas correntes linguísticas dialogam com múltiplos contextos intelectuais, dentre os quais alguns resultados científicos e matemáticos, para a elaboração de suas teorias, para a expressão de suas ideias e também para a verificação de seus resultados. Ainda que seja impossível descrever as evoluções, os desenvolvimentos e as propostas dos estudos linguísticos desde a antiguidade, elencar algumas tendências importantes e suas relações com a atividade matemática permite-nos constatar os meios pelos quais a cognição humana integra a Linguagem aos conteúdos e as formas das atividades matemáticas em seus variados níveis. Assim, delimitando possíveis interconexões entre Cognição, Linguagem e Matemática, torna-se possível elaborar atividades que relacionem essas dimensões de acordo com faixas etárias específicas para a confirmação ou refutação de hipóteses mediante atividades pedagógicas particulares. Essa tarefa encontra-se em fase de edição e será apresentada em publicações posteriores.

Desse modo, embora seja exposta uma apresentação incompleta das correntes de investigação linguística, uma avaliação a respeito das noções e usos da Linguagem, nos contextos específicos de produção dessas teorias, permite-nos dialogar com perspectivas díspares a auxiliar uma investigação sobre os modos de apreensão cognitiva da matemática em suas conexões com diferentes mídias, diversas formas simbólicas e múltiplas linguagens. Ademais, a distinção estrutural inicial entre *langue* e *parole* permite averiguar as semelhanças e as diferenças entre as línguas naturais e outras possíveis linguagens, embora as relações entre essas não sejam dicotômicas e motivo de grande debate sobre suas inter-relações. No desenvolvimento argumentativo do *Curso de Linguística Geral*, a distinção entre langue e parole permite a Saussure uma diferenciação teórica entre o cristalizado pelos usos dos signos linguísticos em uma comunidade de falantes (*langue*) e o uso individual, concreto e específico mediante a fala – *parole* (Saussure, 2006, p. 21). Afirma-se, portanto, que o estudo da linguagem deve se atentar: para a *langue* em sua "essência social" e

independente dos indivíduos particulares; para a *parole* ao se mostrar nos meios concretos da fala, entre as quais "a fonação e as forças psicofísicas" (Saussure, 2006, p. 27). Desse modo, os modos sistemáticos e convencionais dos sistemas linguísticos, suas regras de funcionamento e os modos abstratos de compreensão da linguagem que permitem a execução e o significado da fala referem-se à *langue*; por outro, os usos particulares e concretos nos quais "o indivíduo é sempre senhor" associa-se à *parole*. Tal consideração entre o social e o individual é destacada com maior ênfase ao afirmar que somente na coletividade a *langue* se apresenta completamente, não sendo nunca acabada em si mesma, mas em constante transformação decorrente de cristalizações pelos usos da fala (*parole*). Nas palavras do autor:

> O objeto concreto de nosso estudo é, pois, o produto social depositado no cérebro de cada um, isto é, a língua. Mas tal produto difere de acordo com os grupos linguísticos: o que nos é dado são as línguas [parole]. O linguista está obrigado a conhecer o maior número possível delas para tirar, por observação e comparação, o que nelas exista de universal (Saussure, 2006, p. 33).

Edward Sapir defende que a Linguagem seja um método de comunicação de ideias, emoções e desejos por produções voluntárias de símbolos, uma ativamente humana, racional, cultural e não instintiva (Sapir, 1921, p. 1-16). Por outro lado, George Trager considera preferencialmente a Linguagem como um sistema vocálico arbitrário de símbolos mediante os quais membros de uma sociedade interagem no contexto cultural em que estão situados, mas também conjectura a respeito de outras formas de materialização comunicativa em contextos sociais específicos (Trager, 1972, p. 311-318). Noam Chomsky pondera que a Linguagem seja um conjunto (finito ou potencialmente infinito) de sentenças, com comprimento finito e construída a partir de um conjunto finito de elementos. Entre problemas e mistérios, a capacidade cognitiva possibilita discutir características específicas

da inteligência humana (Chomsky, 2007, p. 3-33). R.A. Hall pensa a Linguagem como uma instituição em que humanos interagem e comunicam entre si mediante símbolos arbitrários habitualmente usados pela via oral, mas que operam em sistemas formados e formalizados ao longo do tempo (Hall, 1964, p. 3-19). Michael Halliday, em um contexto sistemático e funcional de abordagem, define a Linguagem como um escopo de possibilidades abertas de um conjunto de opções comportamentais que estão disponíveis para cada indivíduo em sua existência social. As articulações culturais em seu contexto particular possibilitam seleções definida nas potencialidades culturais em situações específicas (Halliday, 2014, p. 58-87). De fato, as múltiplas abordagens sobre a Linguagem promovem interações entre história, sociologia, psicologia e praticamente todas as áreas do conhecimento humano, visto que os meios de comunicação em situações específicas perpassam movimentos expressivos; gestos comunicativos; meios de escrita; movimentos expressivos audíveis; desenvolvimento infantil; recorrência entre ações, gestos e sons; surgimento de sistemas de linguagem mediante mudanças constantes em suas características sociais variadas (Bloomfield, 1983, p. 1-17)

Observam-se, portanto, características importantes que essas definições desejam salientar em um desenvolvimento, muitas vezes não linear, sobre as bases de sustentação e os meios de expressão da Linguagem. A matemática fornece mais do que bases lógicas e formais para uma teoria linguística, visto que ela pode ser utilizada para verificar as constituições do pensamento e os processos cognitivos, associando-se, assim, à experiência humana no mundo. Desse modo, Louis Hjelmslev salienta que um exame crítico dos princípios norteadores dos processos cognitivos, utilizando dentre outras disciplinas a matemática, poderia auxiliar em investigações semióticas. Nas palavras do autor:

> Portanto, parece frutífero e necessário estabelecer num novo espírito um ponto de vista comum a um grande número de ciências que vão da história e da ciência literária, artística e

> musical à logística e à matemática, a fim de que a partir desse ponto de vista comum estas se concentrem ao redor de uma problemática definida em termos lingüísticos. Cada uma à sua maneira, estas ciências poderiam contribuir para a ciência geral da semiótica ao procurar especificar até que ponto e de que modo seus diferentes objetos são suscetíveis de serem analisados em conformidade com as exigências da teoria da linguagem. Deste modo, provavelmente uma nova luz poderia ser projetada sobre essas disciplinas e provocar um exame crítico de seus princípios. A colaboração entre elas, frutífera sob todos os aspectos, poderia criar assim uma enciclopédia geral das estruturas de signos (Hjelmslev: 1975, p. 114-115).

... aos Caminhos da Linguagem

Para Ernest Cassirer, as perguntas sobre a Linguagem, sua origem e sua natureza, inter-relacionam-se com as investigações do ser, possuindo características sensíveis e inteligíveis em suas bases de sustentação e de desenvolvimento, assim também em suas expressões (1980, p. 318-319). Nesse contexto de reflexão, escrutinar a Linguagem e suas bases de sustentação é também adentrar as experiências humanas mais essenciais, dentre essas as diversas áreas do saber. Ao mostrar os modos pelos quais a Linguagem é apresentada no pensamento ocidental, Ferrater Mora constantemente indica as similaridades dos problemas e das discussões ao longo do tempo, ponderando sobre as diferenças nas apresentações e nas posições intelectuais de acordo com autores em seus contextos específicos. A partir do século XX, a prevalência da Linguagem para a reflexão humana é destacada nas chamadas "viradas linguísticas", dentre as quais pondera-se que a função primordial da Filosofia seria analisar a Linguagem. Nesse contexto, o estudo das estruturas da Linguagem possui grande destaque nas obras de diversos pensadores, dentre os inúmeros problemas intelectuais relacionados à Linguagem na contemporaneidade, Ferrater Mora destaca: atomismo lógico; comunicação; discurso; expressão; isomorfismo; logos; metáfora; metalinguagem; nome;

obra literária; proposição; retórica; semântica; semiótica; sintaxe; vaguidade; verdade; significar; símbolo (Ferrater Mora: 2004, p. 2101). A riqueza dos debates e as dimensões dos temas supra destacados exigem uma abordagem intelectual que valorize a especificidade epistêmica das áreas dos saberes, ao mesmo tempo em que promova um aberto diálogo que não se restrinja a correntes disciplinares ou modelos acadêmicos voltados ao mercado tecnológico. Dentre as inúmeras correntes, o filósofo catalão menciona as tendências pragmáticas, nas quais a instrumentalização e a intuição possuem relevo; correntes existencialistas, em que a comunicação humana desvela também intenções e manifestações pessoais; a formalização lógico-positivistas; o estudo dos símbolos, dos signos e seus respectivos impactos para a compreensão humana; por fim, as análises da linguagem coloquial e corrente (Ferrater Mora: p. 2101-02). Delinear, com exatidão, a presença dessas abordagens no tecido intelectual contemporâneo é impossível, visto que essas propostas estão em constante interação, e.g., Gottlob Frege; Edmund Husserl; Ludwig Wittgenstein; Martin Heidegger e tantos outros.

A partir de uma abordagem histórica, Ferrater Mora descreve como as noções de Linguagem e razão estão amalgamadas nas obras dos pensadores pré-socráticos, em especial Heráclito e Parmênides. A fala expressa o que é possível ser apreendido pela razão, a estrutura inteligível da realidade. Desse modo, o cosmos, a fala e a razão estão associados intrinsecamente, visto que a presença de uma dessas esferas implica a existência das outras nas reflexões humanas sobre a realidade. A Linguagem e a realidade estão, portanto, interconectadas e inter-relacionadas (Borgmann, 1974, 3-18).

As posições dos sofistas, conhecidamente reunidas ou distorcidas nos diálogos platônicos, ponderam a respeito das convenções utilizadas, suas bases de sustentação e seus limites, para o entendimento gramatical, retórico e político das coisas humanas. Desse modo, no diálogo Crátilo são discutidas as propostas que defendem uma associação "natural" entre os nomes

e as coisas em contrapartida àqueles que defendem que os nomes são heranças convencionadas pelos humanos. Se os nomes estão associados diretamente às coisas, a modificação de um nome resultaria em uma outra coisa, visto que o conjunto de nomes deveria ter a mesma cardinalidade do conjunto de coisas, portanto, não existindo sinônimos e um nome falso resultaria em sons sem correspondência com as coisas. Todavia, a linguagem humana não se reduz aos nomes, existindo partes do discurso que não possuem uma correspondência no mundo, i.e., artigos, numerais, conjunções, preposições e assim por diante. Ademais, as palavras possuem seu significado alterado ao longo do tempo, podendo haver casos em que as mesmas palavras passem a designar coisas diferentes. Desse modo, as definições dos vocábulos e dos nomes são vagas, semelhante a imagens que não correspondem diretamente à realidade. Por fim, as proposições falsas são baseadas em discursos, os quais são compostos por vocábulos com sentido e não com termos sem significação. Por outro lado, se os nomes são convenções eles podem ser modificados livremente, cada nome pode designar quaisquer coisas previamente convencionadas e haveria um número de possibilidades infinitas para nomear cada coisa.

Ao discutir tais propostas, o diálogo platônico desvela as diferenças entre as linguagens naturais e as artificiais, sobretudo ao destacar os limites da separação entre designação e significado, mas também ao salientar os contextos em que os vocábulos são usados que não permitem uma completa independência desses termos. Ainda que algumas coisas se alterem, alguma coisa deve permanecer para a possibilidade do conhecimento (Platão, 1988, 439a-440e). Por outro lado, as investigações iniciadas por Aristóteles possuem grande relevância nas obras estoicas e céticas, sobretudo pelas reflexões sobre os signos. Dentre essas propostas, aqueles que distinguem as expressões linguísticas e formais dos conceitos e das realidades possuem grande relevância para as associações entre gramática e lógica que perpassarão importantes reflexões medievais, modernas e contemporâneas (Abbagnano;

618-622; Ferrater Mora; 2104-2017; Alston, 1967b, 387-388). Durante a Idade Média, os estudos lógicos são também associados a uma gramática especulativa, os universais e os problemas da significação.

A Linguagem, para Nicola Abbagnano (2007, p. 615-624), é caracterizada pelo uso de signos intersubjetivos que possibilitam a comunicação; a importância da organização sintática e a possibilidade de escolha das entidades mínimas operam em funções específicas de acordo com códigos e contextos comunicativos. Desse modo, as combinações dos signos estão limitadas pelas possibilidades dadas e pelo contexto comunicativo. O problema da Linguagem, portanto, recai nas bases intersubjetivas dos signos. Assim, aqueles que enfatizam as convenções, acreditam que essa intersubjetividade seja resultante de um acordo; por outro lado, aqueles que postulam uma origem natural, enfatizam que essa intersubjetividade esteja na relação entre o signo e a imagem subjetiva do mesmo. O filósofo italiano reconstitui as discussões a respeito da linguagem em quatro grupos presentes ao longo do desenvolvimento intelectual ocidental: convenção; natureza; escolha; acaso. Os processos de instrumentalização da linguagem, mediante repetições e usos em contextos específicos produzem o sentido, conforme Platão argumenta no Crátilo e os linguistas modernos salientam. Por fim, a arbitrariedade dos signos e seus usos estabelecem critérios estatísticos que são evidenciados nas línguas naturais, em seus usos particulares (*parole*) e em seus modelos sistematizados (*langue*).

A Linguagem, enquanto instrumento do pensamento, deve estar submetida a críticas para evitar armadilhas dos sentidos, da racionalidade e do pensamento humanos. Assim, há aqueles que possuem maior confiança, especialmente nas decorrências lógicas e suas deduções, mas também existem pensadores que desconfiam do potencial da linguagem. A diversidade de problemas propicia uma variedade de abordagens em um tópico a perpassar todos os modos da racionalidade humana (Ferrater Mora, 2004, p. 2100-2108; Alston, 1967b, p. 386-390). William Alton, enfatiza que a

pesquisa filosófica constantemente almeja a clarificar as unidades menores, os sistemas, as estruturas utilizadas, os sentidos obtidos pelos códigos, os significados construídos e a função comunicativa da Linguagem. Dessa maneira, a partir de um conjunto finito de "símbolos" unidades mínimas são criadas a partir de convenções nas quais modelos sistematizáveis podem ser utilizados para a comunicação e para o discurso. Destaca que os linguistas privilegiam as formas naturais de desenvolvimento oral, enquanto há tentativas filosóficas de estender o conceito da Linguagem para outros sistemas de comunicação, os quais podem utilizar meios autônomos de representação. Argumenta, assim, que aqueles delimitam suas investigações às línguas naturais, enquanto esses conjecturam outras formas de materialização (Alston, 1967a, p. 384-386). De fato, é possível distinguir pesquisadores que enfatizem a língua natural e outros que discutem outros meios de interação simbólica, conforme as tentativas de diferenciar estudos linguísticos e semióticos (Peirce, 1974, p. 9-15; Eco, 1971, p. 392-413; Santaella, 1983, p. 3-8).

Algumas Considerações a respeito de Linguagem, Cognição e Matemática

Dentre as variadas perspectivas e diversas classificações da Linguagem, observam-se semelhanças e diferenças entre essas manifestações, indicando-nos divisões realizadas para efeitos de simplicidade ou resolução pragmática, mas também apontando para um contínuo das múltiplas apresentações da Linguagem em contextos variados. As veredas apresentadas no desenvolvimento desse trabalho salientam algumas considerações teóricas a respeito das interfaces linguísticas e semióticas no Ensino e Matemática a partir de uma análise histórica dos problemas filosóficos apresentados pelas perenes perguntas a respeito do que seja a Linguagem, seus modos de sustentação comunicativa e suas interações com os saberes. Assim, ao apresentar algumas investigações correntes sobre as relações entre o ensino de

Matemática e as diferentes linguagens em seus contextos escolares particulares, são consideradas as constantes propostas de instrumentalização objetiva promovida pelas teorias matemáticas para a obtenção de resultados científicos denotativos. As discussões a respeito das sistematizações das línguas naturais nos atos da fala, presentes já na famosa distinção estrutural entre *langue* e *parole,* distinguem as constituições materiais e formais, sustentando uma investigação sobre os modos de desenvolvimento cognitivo antes mesmo da aquisição da Linguagem. Desse modo, uma revisão das posições de Piaget e Vygotsky exemplifica algumas associações entre cognição, matemática e linguagem, especificamente a partir dos acordos comunitários e a constante aquisição de novas ferramentas intelectuais. Os modos de significação dos conceitos matemáticos perpassam diferentes linguagens e variados níveis de comunicação que devem ser explorados para a melhor interação entre docentes, discentes e conteúdo matemático. Mostra-se, portanto, evidente que a apreensão e a expressão dos conceitos matemáticos estão intrinsicamente associadas às performances cognitivas e linguísticas que se manifestam de múltiplas maneiras no cotidiano escolar. Os docentes devem estar atentos à pluralidade de perspectivas comunicativas presentes no ato pedagógico para que se efetue a criação de uma comunidade aberta, passível a constantes transformações, para promover os melhores meios efetivação cognitiva e aquisições linguísticas variadas.

Desse modo, após a publicação de uma revisão teórica sobre os estudos cognitivos e o Ensino de Matemática, uma coletânea de exercícios desenvolvidos para o Ensino Básico e suas respectivas análises serão editadas para explorar as relações entre Matemática, Cognição e Linguagem. Dentre essas atividades, destacam-se: abordagens iniciais de Cálculo Infinitesimal no âmbito dos estudos das funções reais; distinções entre o formalismo lógico e a linguagem coloquial a partir de uma apresentação formal dos Conjuntos e suas operações; a utilização das artes pictóricas para a obtenção de padrões e conceptualizações espaciais; apresentação

dos fractais para a sistematização das propriedades de potência; abordagens individuais e sócio-interacionistas para a demonstração das raízes da equação do segundo grau; uma exposição adaptada do Teorema de Pitágoras de acordo com a exposição dos Elementos de Euclides com a possibilidade de interação entre múltiplos códigos linguísticos; uma abordagem das construções geométricas, das deduções lógicas e dos limites das linguagens humanas a partir do diálogo platônico Menon; exercícios de interpretação de poemas que reúnem em si resultados matemáticos em concepções cosmológicas e cosmogônicas.

As abordagens destacadas foram utilizadas em escolas públicas e privadas nas cidades do Rio de Janeiro e de Juiz de Fora. Conforme salientado na revisão teórica apresentada, essas propostas destacam a importância da linguagem natural para o aprendizado de conceitos matemáticos mediante abordagens cognitivistas que enfatizem a construção coletiva do sentido e a criação de um espaço aberto de aprendizagem. Desse modo, busca-se integrar elementos culturais, históricos e epistemológicos na formação de uma base semiótica que potencialize as características cognitivas e linguísticas para a aprendizagem matemática de acordo com os contextos escolares específicos. Ao avaliar a recepção e a produção textual ou de códigos comunicativos a partir do ensino de matemática, são evidenciados diferentes mecanismos mentais a partir dos quais a interação dos discentes possibilitam estudos sobre as relações entre Matemática, Cognição e Linguagem. Algumas atividades são pautadas em leituras e interpretações individuais; enquanto outras salientam modos de aquisição, apreensão, proposição e expressão coletivas. Dessa maneira, verificam-se os meios pelos quais os diferentes códigos linguísticos são apresentados no cotidiano escolar. A inserção de poemas e artes pictóricas são relevantes para o desenvolvimento de funções cognitivas com alcances culturais e tecnológicos que explorem as potencialidades dos currículos em múltiplos desenvolvimentos epistêmicos. Durante a realização dessas atividades e da sistematização dessa pesquisa, foram constatadas a

interação entre antigas e novas constituições simbólicas de acordo com interesses dos alunos e com as necessidades dos programas curriculares. As organizações das atividades, do espaço destinado à sala de aula e de um acordo metodológico firmado entre docentes e discentes permitem a criação de um ambiente familiar e seguro para a aprendizagem. Almeja-se, assim, a indicar a presença da matemática na vida cotidiana, mediante suas formas linguísticas e suas apreensões cognitivas, mas também salientar a vida presente nas heranças matemáticas que possibilitem uma melhor autocompreensão e uma melhor compreensão social.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ADLER, Alfred. Mathematics and Creativity. **New Yorker Magazine**, Feb 19, 1972, p. 39-45

ALSTON, William. Language. In: EDWARDS, Paul (Org.). **The Encyclopedia of Philosophy**. London: Macmillan, 1967a, p. 384-386.

ALSTON, William. Philosophy of Language. In: EDWARDS, Paul (Org.). **The Encyclopedia of Philosophy**. London: Macmillan, 1967b, p. 386-390.

BABACI-WILHITE, Zehlia (Org.). **Promoting Language and STEAM as Human Rights in Education: Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics**. Berkley, Springer, 2019

BAINES, Lawrence. The Language Art as Foundational for Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics. In: GE, Xun et alli (Org.). **Emerging Technologies for STEAM Education: full Steam ahead**. New York: Springer, 2015, p. 247-259.

BERGER, Angela. Conceptualizing the interaction between language and mathematics: An integrated language and mathematics model of word problem solving processes in English

as a foreign language. **Journal of Immersion and Content-Based Language Education,** v.3, n.2, 2015, p. 285-313.

BORGMANN, Albert. **The Philosophy of Language: Historical Foundations and Contemporary Issues**. Hague: Martinus Nijhoff, 1974.

CASSIRER, Ernest. **The Philosophy of Symbolic Forms**. New Haven: Yale University Press, 1980.

CHOMSKY, Noam. **On Language. Chomsky´s Classic Work. Language and Reponsibility and Reflections on Language**. New York: The New Press, 2007.

CHRISTMAS, Denhere et ali, Vygotsky´s Zone of Proximal Development Theory: What are its implications for mathematical Teaching? **Greener Journal of Social Sciences,** v. 3, n.7, 2013, p. 371-377.

D´AMBROSIO, Beatriz e LOPES, Celi, Insubordinação Criativa: um convite à reinvenção do educador matemático. **Bolema,** v. 29, n. 51, 2015, p. 1-17.

D´AMBRÓSIO, Ubiratan. **Da Realidade à Ação: Reflexões sobre Educação e Matemática**. São Paulo: Grupo Editorial Summus, 1986

D´AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: Da Teoria à Prática**. São Paulo: Papirus, 1996

DUVAL, Raymond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revista Eletrônica de Educação Matemática,** v. 07, n. 2, 2012, p.266-297.

ECO, Umberto. **A Estrutura Ausente: Introdução à Pesquisa Semiológica**. São Paulo: Perspectiva, 1971.

EDWARD, Sapir. **Language: An Introduction to the Study of Speech**. New York: Harcourt Brace, 1921.

FAULKENBERRY, Eillen e FAULKENBERRY, Thomas. Constructivism in Mathematics Education: A Historical and Personal Perspective. **The Texas Science Teacher**, Abril de 2006, 17-21.

FERRATER MORA, J. **Diccionario De Filosofía K-P**. Barcelona, Ariel, 2004.

FIELD, Hartry. **Science Without Numbers: A Defense of Nominalism**. New York: Oxford University Press, 2016.

HALL, Robert. **Introductory Linguistics**. Michigan: Chilton Books, 1964.

HALLIDAY, Michael. **Halliday´s Introduction to Functional Grammar**. Abingdon: Routledge, 2014.

HJELMSLEV, Louis. **Prolegômenos a uma Teoria da Linguagem**. São Paulo: Perspectiva, 1975

JÄPPINEN, Aini-Kristiina. Thinking and Content Learning of Mathematics and Science as Cognitional Development in Content and Language Integrated Learning (CLIL): Teaching a Foreign Language in Finland. **Language and Education,** v. 19, n. 2, 2005, p. 147-168

LEMKE, Jay. Mathematics in the middle: measure, picture, gesture, sign, and word. In: ANDERSON, M. et alli (Org.). **Educational Perspectives on Mathematics as Semiosis: From Thinking to Interpreting to Knowing**. Ottawa: Legas, 2003, p. 215-234.

MANIN, Yu. Mathematics as Profession and Vocation. In: ARNOLD. V et alli (Org.). **Mathematics: Frontiers and Perspectives**. Providence: International Mathematical Union, 1999, p. 153-159

MIURA, Irene. Mathematics Achievement as a Function of Language. **Journal of Educationbal Psychology,** v. 79, n.1, 1987, p.79-82.

O´HALLORAN, Kay. **Mathematical Discourse: Language, Symbolism and Visual Images**. New York: Continuum, 2005.

PEIRCE, Charles Sanders. **La Ciencia de La Semiotica**. Buenos Aires: Nueva Visión, 1974.

PETITOT, Jean. A review on Conversations on Mind, Matter, and Mathematics. **The mathematical Intelligencer,** v.27, n.4, 2005, p.48-56

PIAGET, Jean e INHELDER, Bärbel. **The Psychology of the Child**. New York: Basic Books, 2000.

PIAGET, Jean. *Les Problèmes Principaux de L´Épistémologie des Mathématiques*. In: PIAGET, Jean (Org.). **Logique et Connaissance Scientifique**. Paris: Gallimard, 1967, p. 554-598.

PIAGET, Jean. **The Language and Thought of the Child**. New York: Routledge Classics, 2002.

PLANAS, Núria. Language as resource: a key for understanding the complexity of mathematics learning. **Educational Studies in Mathematics,** v. 98, 2018, p. 215-229.

PLATÃO. **Teeteto-Crátilo**. Belém: UFPA, 1988.

ROWLAND, Tim. **The Pragmatics of Mathematics Education: Vagueness in Mathematical Discourse. Studies in Mathematics Education**. London: Falmer Press, 2000.

SANTAELLA, Lúcia. **O que é semiótica**. São Paulo, Ed. Brasiliense, 1983.

SAUSSURE, Ferdinand. **Curso de Linguística Geral. Organizado por Charles Bally e Albert Sechehaye**. São Paulo, Editora Cultrix, 2006,

SCHUBRING, Gert. **Análise histórica do livro didático de matemática: notas de aula**. Campinas: Autores Associados, 2003.

SCHWARZENBERGER, R. L. The Language of Geometry. **Mathematical Spectrum,** v. 4, n.2, 1971, p. 63-68.

TAYLOR, Lyn. Mathematical Atittude Development from a Vygotskian Perspective. **Mathematics Education Research Journal**, v. 4.n.3, 1992, p.8-23.

TRAGER, George. **Language and Languages**. San Francisco: Chandler, 1972.

VYGOTSKY. Lev. **Thought and Language**. Cambridge: MIT Press, 1986.

WALSHAW, Margaret. Understanding Mathematical Development through Vygotsky. **Research in Mathematics Education,** v.19, n.3, 2017, p. 293-309.

METODOLOGIAS LÚDICAS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR: FOCO EM ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA NA ROTINA DO CONAPNE-IFRJ[1]

Camila Alves Baroldi
Manoela Lopes Carvalho
Thiago Corrêa Almeida

INTRODUÇÃO

A disciplina de Biologia proporciona aos estudantes uma gama de conhecimentos essenciais para que os mesmos compreendam o mundo vivo que os cercam. O processo de ensino-aprendizagem dos conceitos biológicos não raramente convida os estudantes a mergulharem em um interessante universo de saberes elucidativos a respeito da vida. Por outro lado, as ciências biológicas trazem também uma gama de termos e processos que precisam ser assimilados e até mesmo memorizados e isto acaba fazendo com que muitos alunos reajam de forma negativa, criando muitas vezes aversão à disciplina, a encarando como um mero exercício de memorização de nomes e estruturas de plantas e animais, sem compreender seu verdadeiro significado e importância (Caldeira e Araújo, 2009). Diante dessa desconexão entre o ensino de Biologia e os estudantes é essencial implementar métodos alternativos e didáticos que promovam um aprendizado mais interativo. Essa abordagem não apenas estimula a curiosidade natural de cada aluno, mas também facilita a assimilação dos conteúdos (França e Sovierzoski, 2018).

[1] https://doi.org/10.51795/9786526516171119136

No ensino de Biologia Celular, uma área essencial da Biologia, a situação é bastante similar. Essa disciplina é frequentemente incluída nos currículos do Ensino Médio e em cursos de graduação na área da saúde, abordando temas de elevada complexidade. Segundo Orlando et al. (2009), os conteúdos de Biologia Celular estão entre aqueles que mais requerem a criação de materiais didáticos complementares aos livros, uma vez que envolvem conceitos abstratos e aspectos microscópicos. Orlando et al. (2009) destacam que, devido ao tamanho microscópico das células, a melhor abordagem seria utilizar laboratórios e equipamentos apropriados. Contudo, nem todas as escolas, especialmente as públicas, dispõem desses recursos. Nesse contexto, Guimarães (2006) sugere que estratégias pedagógicas fundamentadas em modelos didáticos podem ser uma alternativa viável, proporcionando aos alunos uma formação teórica mais estruturada sobre o tema em estudo e, assim, facilitando uma compreensão mais profunda.

Considerando a relevância de um ensino mais envolvente e significativo, é essencial reconhecer a função da ludicidade como um facilitador desse processo. Com o uso de métodos lúdicos, os alunos conseguem despertar um maior interesse pela matéria, percebendo como os conceitos estão profundamente conectados à sua vida diária.

Ao longo de sua história, o conceito de autismo sofreu várias transformações, sendo atualmente referido como Transtorno do Espectro Autista (TEA). Segundo a definição do Ministério da Saúde (2022), trata-se de um distúrbio que afeta as funções do neurodesenvolvimento, incluindo mudanças qualitativas e quantitativas na comunicação, tanto verbal quanto não verbal, além de influenciar a interação social e o comportamento. Conforme dados do Inep (2024), das 1.771.430 matrículas na educação especial registradas no Censo Escolar, 35,9% (636.202) são de alunos com TEA. Essa porcentagem significativa reflete uma conquista importante, ressaltando a necessidade de práticas verdadeiramente inclusivas. A inclusão vai além da mera

integração social; é crucial que as necessidades específicas dos estudantes sejam atendidas, conforme previsto em lei.

De acordo com Silva et al. (2014), para promover a aprendizagem de alunos com TEA, é essencial adotar um trabalho sistemático e fundamentado em rotinas, além de criar um ambiente de aprendizado estimulante.

Nesse contexto, um dos desafios que esses alunos enfrentam em seu processo de integração está relacionado à dificuldade de manter a atenção em atividades que não despertam seu interesse, o que muitas vezes é fundamental para sua aprendizagem. É importante destacar que alunos com TEA demonstram maior interesse em práticas pedagógicas lúdicas, que lhes permitam manusear materiais (Silva et al., 2015).

O ensino de Biologia Celular, por sua complexidade, pode apresentar desafios consideráveis para todos os alunos, especialmente para aqueles com TEA. Para promover a inclusão e tornar o aprendizado mais acessível a esses estudantes, a utilização de recursos lúdicos se mostra eficaz, desde que adaptada às necessidades individuais de cada um. Para alunos com TEA, é crucial empregar recursos que reduzam a complexidade e estabeleçam conexões com suas experiências cotidianas. A escolha dos materiais, que pode variar de livros didáticos adaptados a mídias digitais, deve ser baseada na formação e nas concepções dos educadores, respeitando a diversidade de abordagens pedagógicas e a disponibilidade de recursos (Borges, 2012). Além disso, a seleção dos materiais deve considerar a natureza heterogênea do TEA, ajustando-se às necessidades dos alunos ao longo do processo pedagógico (Cunha, 2018).

A construção de uma prática de ensino inclusivo de Biologia Celular objetiva garantir que todos os discentes, independentemente de suas habilidades ou necessidades, possam entender e interagir com os conceitos fundamentais desse campo da ciência. Para tal, é fundamental a busca pela adaptação do conteúdo e das metodologias de ensino, utilizando recursos diversos, como materiais visuais, atividades práticas e uso de tecnologias de

maneira a atender a diferentes estilos de aprendizagem e ritmos de desenvolvimento. O objetivo é desenvolver um ambiente que valorize a diversidade dos estudantes, permitindo que cada um compreenda os processos celulares, como a divisão celular, o metabolismo e a genética, com a profundidade necessária para seu nível de compreensão e capacidade.

É preciso salientar que o ensino inclusivo de Biologia Celular não se limita apenas à adaptação do conteúdo, mas também à construção de uma abordagem pedagógica que favoreça a participação ativa de todos os discentes. Isso inclui a utilização de ferramentas como o trabalho colaborativo em equipes, discussões orientadas e instrumentos avaliativos diversificados, permitindo que os alunos expressem seus saberes de diferentes formas. Ao promover um ambiente de aprendizagem mais acessível e respeitoso para com as singularidades dos estudantes, o ensino inclusivo contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e preparados para lidar com as questões científicas e sociais do mundo atual.

Este estudo é o resultado de um trabalho de conclusão de curso de graduação em Ciências Biológicas, desenvolvido com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre a aplicação de métodos lúdicos na educação de alunos com TEA. A pesquisa busca não apenas contribuir para a formação acadêmica, mas também oferecer insights práticos que possam ser utilizados por educadores para promover um aprendizado mais inclusivo e adaptado às necessidades desses estudantes através da elaboração de materiais didáticos lúdicos voltados para o ensino de Biologia Celular, especificamente para um aluno diagnosticado com Transtorno do Espectro Autista, que está sendo atendido pela Coordenação do Núcleo de Apoio às Pessoas com Necessidades Específicas do Instituto Federal do Rio de Janeiro (CONAPNE).

METODOLOGIA

A pesquisa em questão é classificada como aplicada, com uma abordagem qualitativa e descritiva, centrada em um estudo de caso. Essa investigação visa resolver um problema concreto na educação, examinando o impacto dos materiais didáticos lúdicos na aprendizagem de um aluno com TEA. A natureza qualitativa da pesquisa se reflete na observação atenta do comportamento do estudante. Além disso, trata-se de uma pesquisa descritiva, que detalha como os materiais são utilizados e seu efeito na compreensão da Biologia Celular pelo aluno em foco. Também é um estudo de caso, pois analisa um estudante específico para obter informações detalhadas sobre seu progresso com os materiais lúdicos (Sampaio, 2022).

A pesquisa foi realizada com apenas um aluno devido à sua situação única, sendo o único inscrito na disciplina que aborda conceitos de Biologia Celular, o foco desta investigação. O participante é um estudante de 19 anos do Ensino Médio Técnico, diagnosticado com TEA e atendido pelo CONAPNE no IFRJ, campus Rio de Janeiro. Inicialmente, foi realizado um mapeamento do aluno por meio de observações diretas em sala de aula, realizadas semanalmente durante quatro meses na disciplina de Biologia I. Essa etapa visou identificar as áreas de interesse do estudante, os desafios que enfrenta no ambiente escolar e entender melhor seu processo de ensino-aprendizagem.

Com intuito de fornecer uma compreensão abrangente sobre como as células funcionam e interagem dentro dos organismos vivos, foram escolhidos os seguintes tópicos: 1) Estruturas celulares, 2) Funções das organelas celulares e 3) Envoltórios celulares. Esses temas possuem grande relevância na disciplina de Biologia Celular.

Com o objetivo de adotar uma abordagem criativa e visualmente atrativa para o estudo da estrutura celular, foram criados modelos de célula eucarionte e de célula procarionte. Para isso, foram utilizados materiais de papelaria de fácil acesso. Assim,

cada organela celular foi representada de maneira detalhada e realista nas maquetes, permitindo uma visualização precisa e destacando suas características distintas. Para complementar essa ferramenta, foram elaboradas placas de identificação utilizando papel A4, com os nomes das organelas impressos, além de cola de isopor e palitos de dente. Essas placas permitiram que o aluno manipulasse e colocasse os nomes de cada organela em seus devidos lugares.

Foi desenvolvido também um jogo da memória envolvendo as funções das organelas celulares. Para isso, utilizou-se o aplicativo Word para montar uma variedade de cartas impressas contendo imagens ilustrativas das organelas, e cada uma estava associada à função específica de uma das estruturas celulares. Como complemento, foi elaborado um jogo de caça palavras no site Geniol com tema de envoltórios celulares, com objetivo de aprofundar o entendimento do aluno sobre essa temática, aprimorar seu vocabulário e melhorar as suas habilidades de escrita em relação aos termos técnicos da Biologia Celular.

O estudante assistido foi avaliado em duas etapas principais, utilizando abordagens diferentes: na primeira etapa, foram realizados três atendimentos individualizados, cada um com duração de uma hora, ao longo de três semanas. Durante esses encontros, foram introduzidos os temas selecionados dos conteúdos de Biologia Celular, por meio de explicações orais. Os conteúdos abordados foram baseados no livro "Biologia Molecular da Célula" (2017). Na segunda etapa, foram feitas explicações orais sobre os conceitos discutidos, acompanhadas pela aplicação dos materiais didáticos lúdicos desenvolvidos, como as maquetes de células, o jogo da memória e o caça-palavras. Esses encontros também ocorreram ao longo de três semanas, com duração de uma hora cada.

Ao final de cada etapa, especificamente no terceiro encontro, foi aplicado um questionário contendo dez questões, e cada pergunta tinha o valor de um ponto. Esses questionários foram utilizados como ferramenta para avaliar o conhecimento

adquirido por meio do método tradicional de aprendizagem. As perguntas foram relacionadas aos temas abordados durante cada etapa. Durante o processo de avaliação, foram utilizados dois questionários com as mesmas perguntas, mas com a ordem das questões alteradas em cada etapa. Adicionalmente, foram conduzidas observações cuidadosas em relação à atenção e à interação do aluno, tanto durante as explicações orais quanto ao utilizar os materiais didáticos lúdicos elaborados. Para isso, foi elaborada uma tabela contendo os itens concentração e interatividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando materiais de baixo custo e bastante acessíveis, foram produzidos modelos didáticos que cumpriram o objetivo inicial de trazer ludicidade, leveza e interatividade para o processo de ensino aprendizagem de Biologia Celular. Os modelos produzidos representaram dois tipos celulares específicos: célula procarionte (Figura 1A e 1B) e célula eucarionte (Figura 2A e 2B).

Os modelos didáticos de célula eucarionte e de célula procarionte, confeccionados em massa de modelar de plastilina, apresentam uma representação visual e tátil que facilita a compreensão das diferenças entre esses dois tipos celulares. Cada organela foi cuidadosamente moldada para destacar suas características específicas, enquanto as placas de identificação, fixadas em cada estrutura, ajudam os alunos a associar os nomes às funções correspondentes.

Essa abordagem lúdica não só tornou o aprendizado mais envolvente, mas também promoveu uma maior retenção dos conceitos, permitindo que os estudantes explorem as complexidades da Biologia Celular de maneira interativa e acessível.

Figura 1. Modelo didático de célula procarionte.

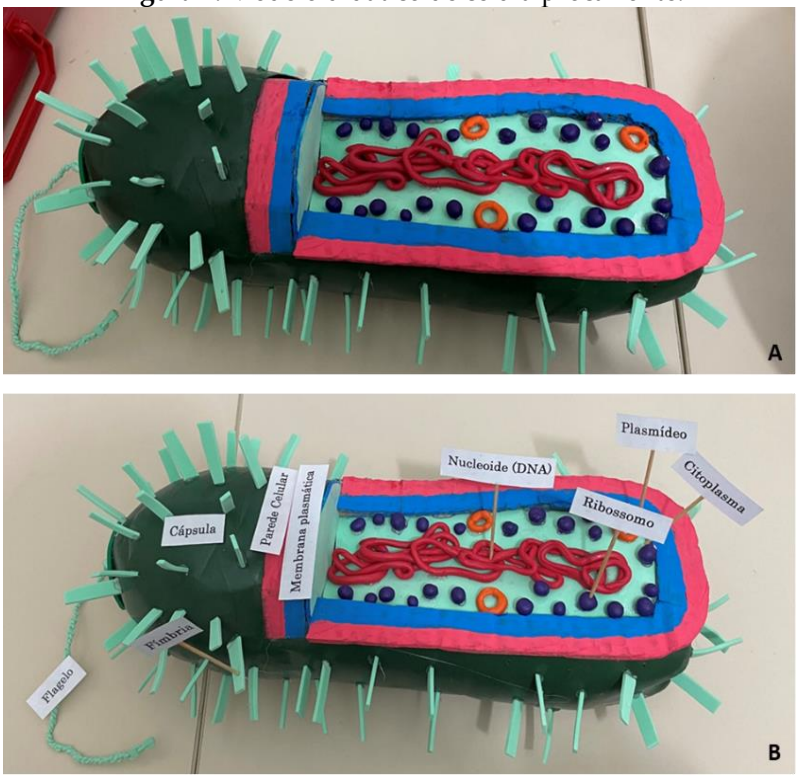
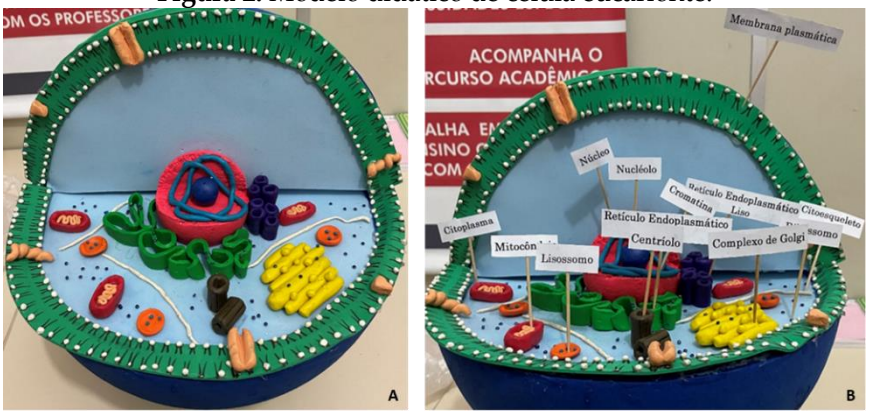


Figura 2. Modelo didático de célula eucarionte.



O jogo da memória para estudo e memorização das organelas celulares foi uma ferramenta educativa divertida e eficaz, projetada para ajudar o aluno a fixar os conceitos relacionados à Biologia Celular. Com cartas ilustradas que apresentavam imagens das organelas de um lado (Figura 3) e seus respectivos nomes ou funções do outro (Figura 4), o jogo estimulou a atenção e a associação visual. Ao revirar as cartas em busca de pares, o estudante não apenas exercitou a memória, mas também aprofundou sua compreensão sobre o papel de cada organela na célula. Essa abordagem lúdica promoveu um ambiente de aprendizado colaborativo, onde o aluno pôde interagir, reforçando o conhecimento de forma dinâmica e prazerosa.

Figura 3. Jogo da memória de organelas celulares (cartas ilustradas).

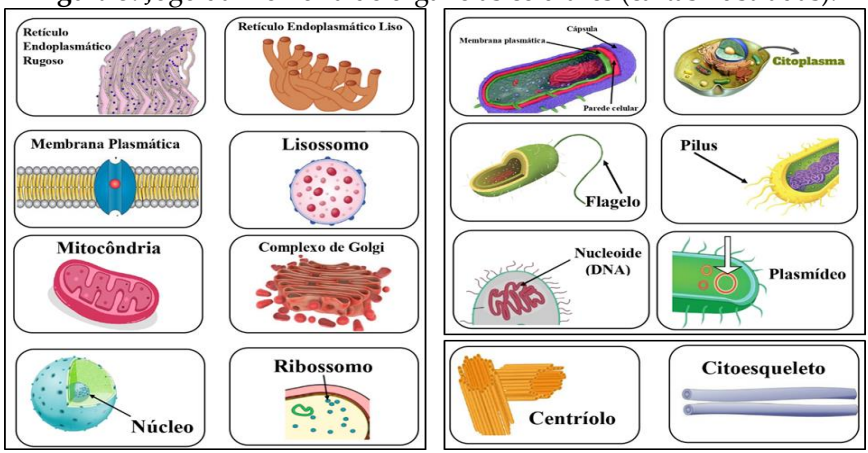
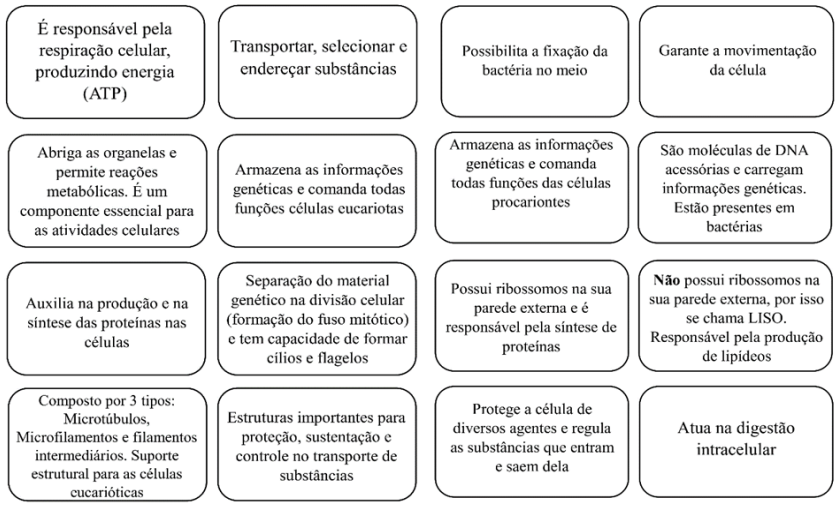


Figura 4. Jogo da memória de organelas celulares (verso das cartas ilustradas).



Ao longo da primeira etapa da pesquisa, o aluno recebeu explicações orais detalhadas do conteúdo trabalhados, sendo sempre encorajado a participar. No entanto, no decorrer dos três encontros, foi observada uma falta de interesse, evidenciada por sua desmotivação e baixa participação durante as explicações orais. Apesar do estudante demonstrar compreensão do conteúdo, ao ser questionado posteriormente, ele apresentava dificuldade em lembrar o que havia lhe sido explicado. Os resultados destas observações da etapa inicial foram coletados através de uma tabela de engajamento, desenvolvida especificamente para esta investigação.

A tabela de engajamento resultante desta primeira etapa do estudo indicou que, na maioria das vezes, o aluno não conseguia manter a concentração por mais de dez minutos durante a explicação, distraindo-se frequentemente com objetos pessoais como lápis, cadernos e imagens aleatórias no livro (Figura 5). Quanto à sua interação, o aluno raramente fazia perguntas e mostrava pouca curiosidade sobre os temas discutidos. Em uma ocasião, ele questionou: "Mas como essa célula está dentro de mim

se eu não consigo vê-la?", evidenciando dificuldades em compreender como o conteúdo se relaciona diretamente com sua realidade, o que parecia contribuir para seu desinteresse. No último encontro da etapa, o questionário elaborado foi aplicado, e o aluno demonstrou dúvidas em várias questões, solicitando ajuda. O resultado final do questionário foi de cinco pontos, correspondendo a cinco respostas corretas de um total de dez questões.

Figura 5. Tabela de engajamento da primeira etapa.

Critérios de Avaliação	Explicação Oral			Materiais Didáticos Lúcidos		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Concentração	II	I	II			
Interatividade	I	I	I			

Escala:

I- 1 a 5 minutos;

II- 5 a 10 minutos;

III- 10 a 20 minutos;

Na segunda etapa do estudo, foram aplicados os conteúdos de forma mais dinâmica, utilizando as ferramentas didáticas lúdicas elaboradas juntamente com novas explicações orais. Durante essas três semanas, foi observado uma melhora significativa nos níveis de concentração e interação do estudante. O mesmo demonstrou um grande entusiasmo em relação aos materiais didáticos. Sempre que lhe era apresentado a um novo jogo ou recurso, ele ficava extremamente curioso sobre como poderia contribuir com a atividade. Estas observações estão apresentadas na figura 6.

Figura 6. Tabela de engajamento da segunda etapa.

Critérios de Avaliação	Explicação Oral			Materiais Didáticos Lúcidos		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Concentração	II	I	II	II	III	III
Interatividade	I	I	I	III	III	III

Escala:

I- 1 a 5 minutos;

II- 5 a 10 minutos;

III- 10 a 20 minutos;

De acordo com a tabela de engajamento, à medida que as semanas passavam e nossos encontros aconteciam, o estudante apresentava um avanço significativo na compreensão dos conteúdos, o que se refletia em uma maior participação nas discussões.

Na primeira semana, a atenção do aluno foi um pouco abaixo do esperado, pois ele estava começando a se familiarizar com o assunto e a entender como aquele conteúdo se relacionava com sua vida. No entanto, ao visualizar os materiais e compreender a estrutura macroscópica de uma célula e suas funções, sua curiosidade começou a aumentar. Nas semanas seguintes, sua atenção durante as explicações superou os dez minutos, evidenciando um maior foco nas informações apresentadas.

Durante as três semanas, a participação ativa do aluno ultrapassou os dez minutos, já que ele interagia constantemente com os materiais, manipulando-os e fazendo diversas perguntas. Semanalmente, ele gostava de retirar as organelas da estrutura e reorganizá-las, mostrando empenho em revisar o conteúdo em casa (Figuras 7 e 8).

Os materiais proporcionaram ao aluno uma nova perspectiva sobre o conteúdo. Um momento especialmente marcante ocorreu na segunda semana, quando ele conseguiu identificar a diferença entre

células eucariontes e procariontes, conceitos que haviam sido apresentados desde a primeira etapa. Esse feito o deixou tão empolgado que pediu permissão para levar as imagens das células para casa e redesenhá-las, mostrando interesse em estudar de forma independente fora da escola (Figura 9A).

Ao final dessa fase, o questionário foi reaplicado, mas com as perguntas reorganizadas. Desta vez, o aluno obteve a pontuação máxima, acertando todas as questões sem precisar de ajuda ou ter dúvidas sobre o conteúdo (Figura 9B) Além disso, no final da pesquisa, o aluno fez sua última prova na disciplina de Biologia I, especificamente sobre citologia, e obteve uma excelente nota de 9 pontos, garantindo sua aprovação na matéria.

Figura 7. Estudante manuseando os modelos de célula procarionte (A) e de célula eucarionte (B).

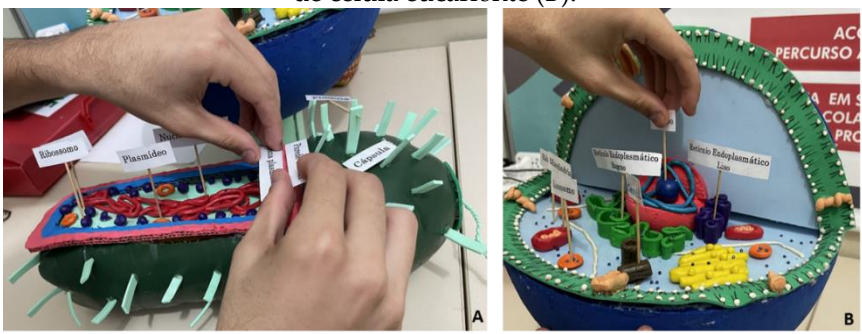


Figura 8. Estudante resolvendo o jogo da memória (A) e o caça palavras (B).

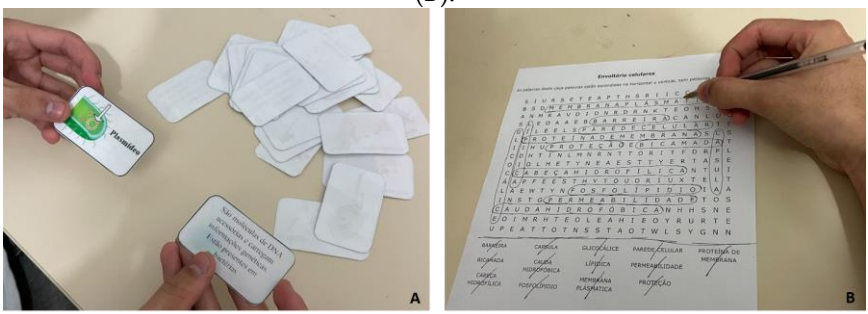
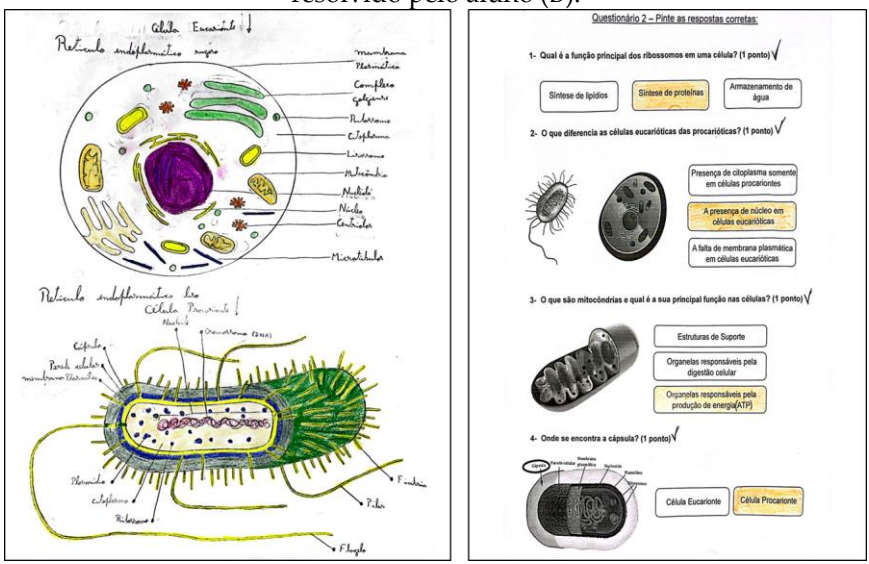


Figura 9. Desenho feito pelo estudante (A) e questionário de avaliação resolvido pelo aluno (B).



O presente estudo realiza uma análise comparativa do engajamento e desempenho de um aluno ao longo de duas fases distintas, utilizando diferentes estratégias de ensino.

Na primeira fase, com uma abordagem tradicional, o aluno apresentou desinteresse e falta de motivação em relação ao conteúdo, evidenciado pela baixa participação, dificuldade de concentração e compreensão superficial da matéria. Esses fatores podem estar relacionados à complexidade do conteúdo, à metodologia adotada, à forma como o material foi apresentado e às características individuais do aluno.

Por outro lado, na segunda fase, ao utilizar materiais didáticos lúdicos e complementá-los com explicações, o aluno mostrou-se muito mais participativo e demonstrou uma melhor compreensão do conteúdo. As escolhas de jogos e recursos visuais, alinhados aos interesses do aluno, aumentaram seu entusiasmo e motivação durante as aulas, gerando maior engajamento com o tema estudado.

A evolução progressiva do aluno ao longo da segunda fase evidencia a importância de uma abordagem gradual e didática no ensino de Biologia Celular. À medida que o aluno se familiarizava com os conceitos e percebia a aplicação prática desses no seu cotidiano, sua participação e concentração aumentavam, destacando a relevância de conectar o conteúdo curricular às experiências e interesses pessoais dos alunos.

A utilização de recursos didáticos lúdicos proporcionou uma compreensão mais profunda e significativa do conteúdo, permitindo que o aluno visualizasse, memorizasse e assimilasse os conceitos de forma prática e interativa. Esses recursos também estimularam seu interesse, como demonstrado pelo desejo do aluno de revisar o conteúdo fora do ambiente escolar.

A tabela de engajamento foi uma ferramenta valiosa para analisar o comportamento do aluno durante as atividades, fornecendo dados importantes sobre o impacto das estratégias de ensino e as áreas em que o aluno demonstrou progresso. Os resultados mostraram que, na primeira fase, o uso exclusivo de explicações orais foi desafiador, tanto para manter o aluno engajado quanto para ajudá-lo a reter e aplicar o conhecimento. Já na segunda fase, o aluno apresentou maior participação e concentração.

Além disso, o questionário aplicado foi essencial para monitorar o progresso do aluno. Os resultados indicaram que, na segunda fase, o aluno obteve a pontuação máxima no questionário, demonstrando uma compreensão mais aprofundada dos conceitos, enquanto na primeira fase ele acertou apenas metade das questões. Esse tipo de avaliação mais formal foi importante para identificar lacunas no aprendizado e promover uma compreensão mais completa do conteúdo.

A professora também elogiou o desempenho e progresso do aluno, destacando a importância do acompanhamento personalizado para seu desenvolvimento. O pai do aluno expressou satisfação com a aprovação de seu filho e ressaltou o entusiasmo dele pelos recursos lúdicos utilizados. Esses resultados

não apenas indicam um avanço acadêmico, mas também refletem o crescente interesse do aluno pelo aprendizado.

Por fim, o aluno ficou extremamente satisfeito ao alcançar um bom desempenho na avaliação final da disciplina de Biologia I, expressando surpresa e orgulho por ter obtido uma pontuação mais alta do que esperava, o que reforçou seu senso de capacidade.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostram que as estratégias de ensino personalizadas aplicadas ao aluno com TEA tiveram um impacto positivo, melhorando seu envolvimento nas atividades, a compreensão dos conteúdos de Biologia Celular e, consequentemente, seu desempenho escolar. Esses achados reforçam a importância de os educadores adotarem métodos didáticos específicos para alunos com TEA, possibilitando sua participação ativa e promovendo um aprendizado eficaz e duradouro.

Ademais, é fundamental reconhecer e incentivar os potenciais de todos os alunos, especialmente os com TEA, para que possam atuar de forma plena no ambiente escolar, contribuindo para que a escola seja um espaço inclusivo e que propicie senso de pertencimento.

Embora a educação inclusiva seja amparada por legislação, é cada vez mais necessário garantir os direitos de aprendizagem para pessoas com TEA, especialmente na prática pedagógica, assegurando que esses estudantes se sintam valorizados, preparados e apoiados em sua trajetória educacional. A combinação de conteúdos escolares com estratégias lúdicas facilita o ensino e a aprendizagem dos alunos, além de promover a igualdade de oportunidades e enriquecer o ambiente escolar, tornando a escola ou universidade um espaço comum a todos, com direitos iguais.

Este estudo teve como objetivo principal estimular novas formas de interação entre os conceitos de Biologia Celular e a

aquisição de novos conhecimentos pelo aluno atendido pelo CONAPNE, alinhando-se à proposta da coordenação de promover aprendizado ao mesmo tempo em que respeita a individualidade de cada aluno com deficiência. Espera-se que a pesquisa revele novas abordagens e estratégias para o ensino da Biologia, especialmente da Biologia Celular, em diferentes níveis educacionais, garantindo os direitos dos alunos com TEA.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Coordenadoria Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas (CONAPNE - IFRJ campus Rio de Janeiro) e à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação (PROPPI), do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) do pelo apoio fornecido ao longo deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B. *et al*. Biologia molecular da célula. 6. ed. **Artmed**. Porto Alegre, 2017.

BORGES, G. L. A. Material didático no ensino de Ciências. *In:* Caderno de formação: formação de professores. **Cultura Acadêmica.** São Paulo, pp.161- 14, 2012.

BRASIL. Lei N° 12.764, de 27 de dezembro de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. **Governo Federal**, 2012.

BRASIL. Matrículas na educação especial chegam a mais de 1,7 milhão. **Inep**, 2024.

BRASIL. TEA: saiba o que é o Transtorno do Espectro Autista e como o SUS tem dado assistência a pacientes e familiares. **Governo Federal**, 2022.

CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. Introdução à Didática da Biologia. **Escrituras Editora**. São Paulo, 2009.

CUNHA, E. Autismo na escola: um jeito diferente de aprender, um jeito diferente de ensinar – ideias e práticas pedagógicas. 5ª ed. **Wak Editora**. Rio de Janeiro, 2018.

FRANÇA, J. P. R.; SOVIERZOSKI, H. H. Uso de modelo didático como ferramenta de ensino em citologia. **Revista brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.11, n.2, 2018.

GUIMARÃES, G. M. A.; ECHEVERRIA, A. R.; MORAES, I. J. Modelos didáticos no discurso de professores de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências.** Porto Alegre, v.11, n.3, p.303-322, 2016.

ORLANDO, Tereza Cristina *et al*. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.

SAMPAIO, B. T. Metodologia da Pesquisa. **UAB/CTE/UFSM**. Santa Maria, RS, 1. ed, 2022.

SILVA, M. K., BALBINO, E. S, SANTOS G. A importância da formação do professor frente ao Autismo: estratégias educativas adaptadas. IX Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade". **Educon**. São Cristóvão, v. 9, n.1, p. 1-6, 2015.

TRANSFORMAÇÕES GEOMÉTRICAS COMO VETORES DE SIGNIFICADOS PARA OS NÚMEROS NEGATIVOS E A LINGUAGEM ALGÉBRICA[1]

Rasec Almeida
Natália Pedroza
Diego Soares Monteiro

INTRODUÇÃO

O ensino de transformações geométricas é previsto enquanto proposta curricular para todos os anos de escolaridade do Ensino Fundamental. No entanto, no 7º ano, o estudo desse conteúdo é o mais denso no que diz respeito às habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), perfazendo 8 habilidades (EF07MA19 até EF07MA26). A BNCC prevê o estudo das transformações, sobretudo as simetrias, enquanto mobilizadores de habilidades como: construção, representação e interdependência. De acordo com Barroso (2019), o estudo das transformações geométricas ainda aparece pouco nos currículos escolares. Além disso, esse conteúdo costuma ser abordado nos livros didáticos posteriormente aos conteúdos relacionados aos números negativos.

Delmondi e Pazuch (2020) compilaram uma série de relatos de experiência sobre transformações geométricas para os anos finais do Ensino Fundamental, e afirmam que as tarefas presentes na maior parte dos artigos sobre o assunto abordam exercícios, problemas, explorações e investigações, com prevalência das tarefas categorizadas enquanto exercícios. Assim, os autores

[1] https://doi.org/10.51795/9786526516171137157

recomendam que pode ser positivo, tanto para estudantes quanto para os professores, utilizarem as tarefas para propósitos outros além dos observados para fixação e construção de simetrias.

Neste sentido, o presente trabalho se propõe a apresentar e analisar os resultados de uma experiência de ensino com alunos do 7º do Ensino Fundamental, onde as transformações geométricas foram apresentadas não apenas como objetos matemáticos em si, mas como norteadores das significações relacionadas aos números negativos e a linguagem algébrica. A presente estratégia pressupõe uma inversão curricular, onde tratamos as transformações no plano e as noções de números inteiros, bem como da linguagem algébrica, a partir de uma necessidade, indo ao encontro da perspectiva histórica da construção dos números negativos.

As transformações geométricas no plano cartesiano proporcionam um contexto visual e intuitivo para a introdução de números negativos. Por exemplo, ao estudar translações, os alunos aprendem a deslocar figuras no plano, o que envolve a adição e subtração de coordenadas.

Considerando a translação T_R uma função onde cada par ordenado (x, y) é transformado em um novo par $(\mathrm{x} + \mathrm{a}, \mathrm{y} + \mathrm{b})$, com a e b números inteiros inteiros, temos que $T_R(\mathrm{x}, \mathrm{y}) = (\mathrm{x} + \mathrm{a},\ \mathrm{y} + \mathrm{b})$, os alunos se confrontam com a necessidade de compreender valores negativos para representar deslocamentos para a esquerda ou para baixo no plano cartesiano. Esse processo pode não apenas auxiliar os alunos a desenvolverem uma compreensão mais profunda da relação entre geometria e álgebra, mas também pode ampliar sua capacidade de visualização espacial, o que é crucial para a construção do pensamento matemático abstrato. Ao manipular formas geométricas e transformá-las no plano, os alunos começam a conceber os números negativos a partir dos seus aspectos não apenas quantitativos, mas também qualitativos (Roque e Carvalho, 2012).

A compreensão dos números negativos no contexto geométrico é enriquecida pela perspectiva histórica de sua construção. Historicamente, os números negativos eram vistos com

desconfiança, mas sua introdução na matemática consolidou sua importância. De acordo com Schrubing (2018), matemáticos como John Wallis e Isaac Newton, juntamente com outros pensadores, permitiram a aceitação dos números negativos como uma parte relevante dos cálculos e da álgebra. De acordo com Silva (2014), o matemático Felix Klein foi um dos expoentes na discussão sobre o ensino dessa disciplina, e oferece uma contribuição relevante que se alinha às orientações da BNCC. A proposta de Klein, formulada no Programa de Erlangen, publicado em 1872, enfatiza o uso das transformações geométricas como um meio de organizar o estudo da geometria. Segundo Klein *apud* Silva (2014), as propriedades geométricas de uma figura devem ser analisadas com base nas transformações que preservam suas características invariantes. Essa abordagem, que promove uma visão dinâmica da geometria, é fundamental para o desenvolvimento do pensamento geométrico dos alunos, pois possibilita que eles percebam a geometria não como um estudo de formas fixas, mas como o estudo das relações e dos movimentos das formas.

Schrubing (2018), ao estabelecer uma abordagem histórica para a superação do obstáculo epistemológico na construção dos números inteiros, afirma que os números positivos e negativos foram pensados por Reyneau e Prestet como quantidades relativas, cujos significados emergem da interação entre duas partes opostas. O autor destaca ainda, que o matemático Reyneau visualizou essas quantidades como retas opostas na geometria, onde valores positivos e negativos do mesmo tamanho, porém em direções contrárias, se anulavam. Conforme apontado por Schrubing, Fontanelle (1657–1757), argumentou criticamente acerca da visão de números negativos meramente como subtrações, propondo a ideia de oposição, onde uma "magnitude cancela a outra" e Dominique-François Rivard (1697–1778) foi pioneiro ao aceitar e operar com grandezas negativas de forma isolada, contribuindo para a algebrização da matemática. Essa compreensão histórica é fundamental para os professores que ensinam matemática e pode ser explorada para que os alunos percebam os números negativos

não como entidades isoladas com regras operacionais monótonas, mas como partes de um sistema interrelacionado.

A BNCC enfatiza que os alunos devem desenvolver a habilidade de realizar transformações de polígonos no plano cartesiano, reconhecendo simetrias e construindo figuras por translação, rotação e reflexão. Essas atividades não apenas reforçam a compreensão geométrica, mas também introduzem a manipulação algébrica das coordenadas, onde os números negativos desempenham um papel fundamental. Dessa forma, os números negativos são apresentados como ferramentas essenciais para descrever transformações espaciais, podendo tornar-se mais compreensíveis e significativos para os alunos quando apresentados a partir de uma necessidade.

As críticas à documentação oficial curricular, destacadas por Valente (2023), revelam uma limitação significativa na compreensão dos processos subjacentes a elaboração do currículo, muitas vezes compreendido como um fim em si mesmo. A ênfase exagerada no currículo como um produto impede a análise mais profunda dos mecanismos e contextos históricos que moldam sua criação. Nesse sentido, Godoy, Silva e Santos (2018) ressaltam a necessidade de abordar o currículo em suas diversas dimensões: as prescrições governamentais, os planejamentos escolares e as práticas desenvolvidas nos espaços formativos, além das diferentes formas de avaliação. Assim, quando se foca exclusivamente no currículo oficial, corre-se o risco de negligenciar o processo contínuo e dinâmico de produção curricular que ocorre naturalmente no ambiente escolar.

Embora o presente trabalho não tenha como foco avaliar currículo e diretrizes curriculares, é importante citar que as pesquisas sobre currículo devem ultrapassar a análise do documento em si, sendo importante incorporar uma perspectiva histórica que possibilite entender as dinâmicas envolvidas na sua produção. Isso implica reconhecer que o currículo não é apenas um produto estático das políticas públicas ou das instituições, mas o resultado de um processo que envolve múltiplos atores e

interesses, interligados em um contexto específico de tempo e espaço. Nesse cenário, Hofstetter et al. (2017) apresentam o conceito de "expert" como central para a compreensão histórica da produção curricular. Segundo Valente (2023), esse conceito é particularmente útil para identificar os principais atores envolvidos na elaboração de novos currículos. No ensino da matemática, cada nova produção curricular traz à tona novos saberes que ainda não foram completamente sistematizados. Valente (2023) destaca que são os professores que, em última instância, desempenham o papel de sistematizar esses novos conhecimentos no contexto educacional e este trabalho começa a ser feito em sala de aula. No caso específico da matemática, os principais atores que influenciam a produção curricular incluem os especialistas do campo matemático, os estudiosos das ciências da educação e as organizações representativas dos docentes. Esses atores interagem e competem para definir as diretrizes curriculares, refletindo um processo dinâmico que varia conforme o contexto histórico.

De acordo com Wagner (2007) as transformações geométricas constituem um tópico da geometria que toma como base a construção geométrica primária, onde, a partir dessas, outras figuras geométricas são geradas conservando certas propriedades. Tais transformações, chamam-se isometrias. As isometrias podem ser reflexões, rotações ou translações, onde as medidas de distância entre pontos, ângulos, perímetros e áreas são preservadas. Delmondi e Pazuch (2020) afirmam que o ensino das transformações geométricas pode facilitar a abordagem dos conceitos relacionados a números e medidas, bem como os padrões de regularidade entre determinadas estruturas, abrindo caminho assim para o pensamento algébrico.

O ensino de transformações geométricas no plano e a introdução à álgebra para alunos do 7º ano é uma oportunidade fundamental para desenvolver o pensamento abstrato e habilidades de resolução de problemas. A (BNCC) propõe que, no 7º ano, os alunos iniciem seus estudos geométricos por meio das

transformações, como as isometrias – translações, rotações e reflexões – explorando suas propriedades no plano cartesiano. Essa abordagem, além de promover o entendimento da geometria como um sistema de relações entre formas, também introduz conceitos básicos de álgebra, ao envolver a manipulação de coordenadas e funções.

METODOLOGIA

O presente trabalho é constituído pelos pressupostos qualitativos da pesquisa, uma vez que foca nos aspectos descritivos das intervenções e vislumbra como resultado as significações dadas pelos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem. A partir da perspectiva de Bicudo (2006) da metodologia citada, desejamos atingir aspectos humanos sem passar pelo rigor da mensuração, o que nos permite flexibilizar os métodos já definidos.

O trabalho foi realizado em 4 turmas do 7º ano do ensino fundamental, ao longo de 2 meses, durante o segundo trimestre letivo de 2024, e contou com a participação de aproximadamente 120 alunos no total, no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, CAp-UERJ. Neste relato, exploramos a produção dos estudantes sob dois recortes principais: (1) a partir da produção de registro escrito por parte dos estudantes para uma lista de atividades propostas em sala de aula, após exposição e trabalho colaborativo das três transformações isométricas – translação e reflexão e (2), a partir das argumentações utilizadas pelos estudantes ao serem indagados sobre suas respostas. Utilizamos fragmentos de alguns dos diálogos e das discussões tomadas em sala de aula, a partir dos relatos dos professores regentes das turmas, que conduziram este trabalho.

Para cada tarefa realizada pelos alunos, faremos breves comentários e articulações com as fundamentações teóricas intrínsecas ao conteúdo abordado, de acordo com aquilo que considerarmos relevante. Isso será feito de modo a explicitar o saber disciplinar requerido para abordar o tema em sala de aula

de forma consistente. É importante dizer que não foi exigido em nenhum momento que os alunos se expressassem com a linguagem matemática que será tratada nesse trabalho, o que não significa que as ideias não tenham sido abordadas com o nível de complexidade exigida.

Nessa perspectiva, em termos de conteúdo, abordarem-se três ideias fundamentais:

- Exploração e revisão dos aspectos geométricos: construção de figuras no plano; utilização de coordenadas cartesianas; análise das correspondências entre figuras; caracterização das grandezas geométricas; análise das relações de coincidência; classificação das isometrias; identificação dos grupos de transformações.
- Representação das formas geométricas no plano com necessidade de um referencial: caracterização de lugares geométricos; representação de figuras isométricas no plano; identificação das posições relativas; análise da invariância; análise das composições de isometrias; caracterização dos deslocamentos de figuras; Utilização de vetores para a realização das transformações.
- Generalização dos conceitos e necessidade de linguagem simbólica: definição das transformações pontuais; desenvolvimento das noções de linguagem algébrica;

Essas ideias não serão abordadas de maneira linear, uma vez que ao serem trabalhadas, elas se sobrepuseram e foram condicionadas aos processos de argumentação dos estudantes. Na próxima seção, apresentaremos algumas respostas dos alunos durante a execução das atividades, categorizando-as em padrões com base na frequência e no tipo de argumentação que cada grupo de estudantes utilizou.

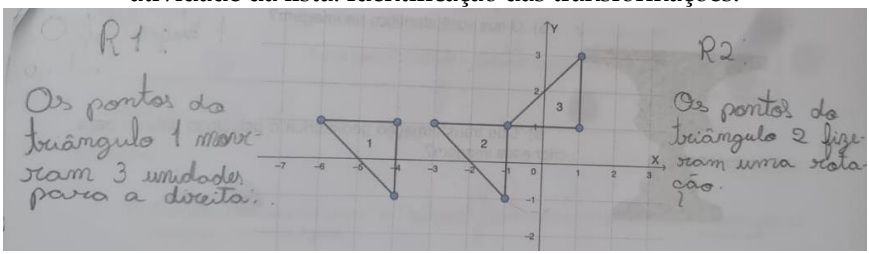
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cenário de proposta curricular adotada para a realização desse trabalho foi o de continuidade do tema "área e perímetro de figuras planas", onde os alunos mobilizaram conceitos de comparação das diversas medidas associadas aos polígonos. Assim,

foi abordada de forma introdutória a noção de semelhança de figuras planas, a partir de uma perspectiva investigativa, onde os alunos constataram que ao variar o perímetro de uma figura, a sua área poderia não variar na mesma proporção. Deste modo, o tema transformações no plano foi introduzido, mostrando que quando as medidas variavam, tratava-se de uma transformação não isométrica. A partir daí o foco do trabalho passou a ser as transformações que determinavam figuras que mantinham todas as características da figura original, chamadas transformações isométricas.

O primeiro exercício da lista de atividades pedia para que os alunos descrevessem as transformações geométricas que transformaram o triângulo 1 no triângulo 2 e o triângulo 2 no triângulo 3 (Figuras 1, 2 e 3). Na figura 1 apresentamos a resposta de uma aluna que descreveu a primeira transformação utilizando a abordagem vetorial e linguagem verbal "Os pontos do triângulo 1 moveram 3 unidades para a direita". Embora a aluna não tenha explicitado se tratar de uma translação ela mobilizou as ideias necessárias para apreensão do conceito. Do triângulo 2 para o triângulo 3 a aluna respondeu que "Os pontos do triângulo 2 fizeram uma rotação". Aqui a aluna descreve exatamente o tipo de transformação ocorrido, mas não descreve como a transformação ocorreu.

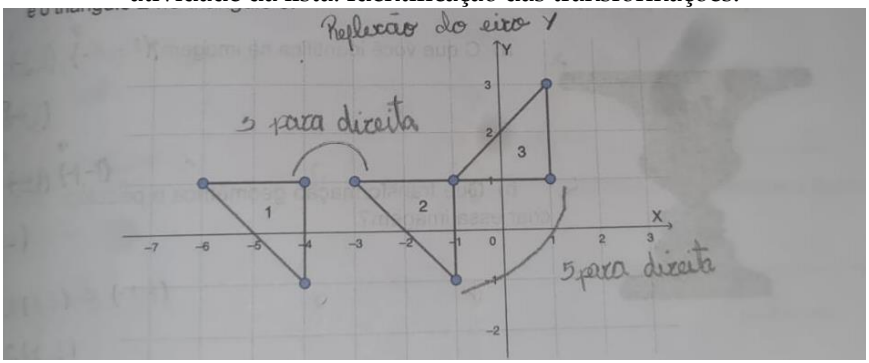
Figura 1. Exemplo do primeiro padrão de respostas para a primeira atividade da lista: Identificação das transformações.



Um segundo padrão de respostas para a primeira atividade, foi a utilização de notações gráficas como tentativa de descrever as transformações. Nos chamou atenção uma resposta desse tipo, exibida na Figura 2, em que a aluna desenhou um arco entre dois

vértices dos triângulos 1 e 2 para indicar que houve um deslocamento para a direita. Além disso, a estudante afirma ter havido uma reflexão do eixo y. Nesse sentido, apenas a partir do que foi registrado pela aluna, não foi possível determinar se ela havia compreendido o conceito de translação. Ao ser indagada sobre o porquê de ter utilizado um arco e não uma seta ela disse "Isso não é um arco, é só um deslocamento". Assim, foi perguntado se do triângulo 2 para o triângulo 3 ela teria mostrado a mesma coisa e ela disse que não. A aluna afirmou que o vértice do triângulo 2 teria "se deslocado em **círculo** as 5 unidades para a direita".

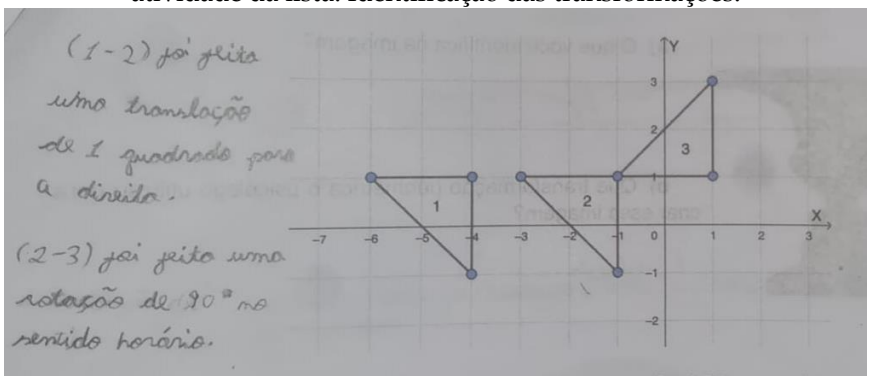
Figura 2. Exemplo do segundo padrão de respostas para a primeira atividade da lista: Identificação das transformações.



Um terceiro padrão de respostas é aquele que considera o deslocamento de uma porção da figura como suficiente para caracterizar a translação. Na Figura 3 o aluno afirma que do triângulo 1 para o triângulo 2 ocorreu uma translação de "um quadrado" para a direita. Observe que essa resposta não é tão precisa quanto aquelas apresentadas no primeiro padrão. Aqui, o aluno afirma que o deslocamento de uma parte do triângulo já configuraria a translação, o que seria errado. Já na argumentação sobre a transformação do triângulo 2 para o triângulo 3 o aluno é preciso ao indicar o tipo de rotação que foi realizada, de 90º no sentido horário. É importante citar que ao ser indagado sobre como

ele chegou na conclusão de que eram 90º no sentido horário, o aluno falou que "O -1 do x continuou -1 e o -3 virou 3".

Figura 3. Exemplo do terceiro paradão de respostas para a primeira atividade da lista: Identificação das transformações.



É necessário reconhecer o processo de argumentação dos alunos enquanto um movimento de articulação, independente dos acertos. Assim, quando os alunos afirmam "os elementos foram deslocados...", é possível perceber a compreensão do conteúdo progressivamente ampliado à medida que há tentativa de argumentar. Assim, as mobilizações das ideias fazem parte do processo de compreensão dos significados, e abrem caminho para a formalização dos termos já consolidados, mostrando que abstração é um processo natural na busca de soluções.

Neste primeiro exercício, o foco da atividade foi perceber que do triângulo 1 para o triângulo 2 houve uma translação. Assim, a transformação dos pontos A, B e C, vértices do triângulo 1, com coordenadas (-6, 1), (-4, 1) e (-4, -1), respectivamente, nos pontos A', B' e C'do triângulo 2, podem ser expressos na forma matricial:

$$\begin{pmatrix} -6 & -4 & -4 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \xrightarrow{Translação} \begin{pmatrix} -3 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \qquad \textbf{(1)}$$

Cada vértice, como argumentado pela maior parte dos estudantes, foi deslocado 3 unidades para a direita e 0 unidades

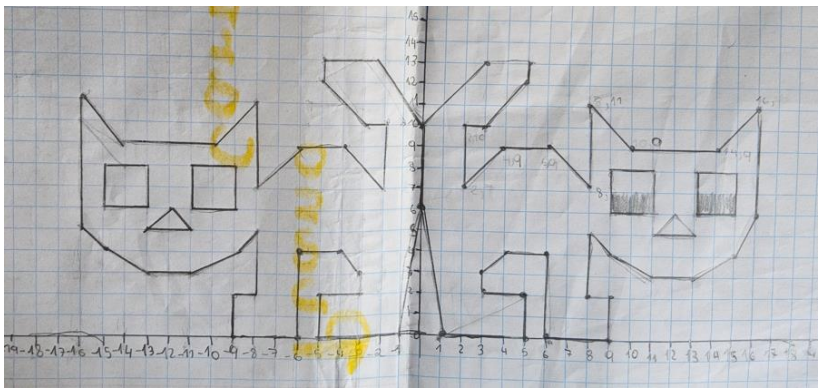
para baixo. Uma ideia geral do que foi construído pelos alunos é que para realizar a translação de um ponto $P\ (x, y)$ qualquer em a unidades para a direita e b unidades para cima, basta realizarmos a adição dos vetores da coluna de cada matriz:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x + a \\ y + b \end{pmatrix} \quad \textbf{(2)}$$

Onde a matriz coluna (x, y) representa o par ordenado (x, y).

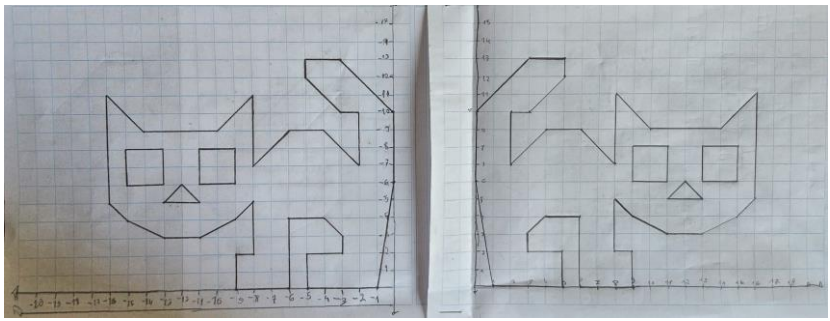
O exercício 2 solicitava que os alunos plotassem 43 pontos no plano coordenado, pertencentes ao primeiro quadrante, com abscissas e ordenadas apenas para valores inteiros positivos. Foi solicitado que os alunos construíssem o plano coordenado, e utilizassem o eixo y como reta de reflexão, para desenhar a figura (um gato). A seguir apresentamos dois padrões bastante comuns de respostas: A primeira, categorizada como correta, onde o aluno, a partir da origem, constrói a semirreta negativa. Vale citar que o aluno que construiu a resposta exibida na Figura 4 apresentou certa dificuldade em transportar os pontos do gato para o segundo quadrante, e por conta própria, reescreveu todos os pares ordenados atribuindo coordenada negativa para os valores das abscissas. Finalmente, ele plotou os pontos no segundo quadrante, como havia feito para o primeiro.

Figura 4. Exemplo do primeiro paradão de respostas para a segunda atividade da lista.



O segundo padrão de respostas para o exercício 2 envolve a duplicação do eixo das ordenadas, o que fez com que as respostas fossem categorizadas como parcialmente corretas, uma vez que foi solicitado que o eixo y constituísse o próprio eixo de reflexão. É importante citar que muitos alunos compreenderam a ideia de eixo de reflexão e apresentaram os resultados nesse formato por questões estéticas. Uma aluna, ao ser indagada o motivo de ter feito dessa forma afirmou que "se colocar junto vai ficar muito feio". É importante citar que alguns alunos, ao construírem o plano coordenado, também atribuíram valores negativos para o semieixo vertical positivo. Ao perguntar à aluna o motivo dela ter feito isso ela afirmou que "eu achei que tudo que fosse ao contrário era negativo".

Figura 5. Exemplo do primeiro paradão de respostas para a segunda atividade da lista.



O segundo exercício teve como um dos objetivos a familiarização dos estudantes com os números inteiros. No entanto, também está subjacente a prática da atividade, a construção algébrica de uma reflexão. Assim, cada par ordenado foi submetido a uma matriz de transformação linear. Vamos tomar como exemplo o focinho do gato, de coordenadas A (12,6), B (11,5) e C (13,5). A reflexão que leva o focinho 1 no focinho 2 é indicada por:

$$\begin{pmatrix} 12 & 11 & 13 \\ 6 & 5 & 5 \end{pmatrix} \xrightarrow{Reflexão} \begin{pmatrix} -12 & -11 & -13 \\ 6 & 5 & 5 \end{pmatrix} \quad \textbf{(3)}$$

Podemos considerar a matriz $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ e realizar a transformação linear que associa cada par ordenado (x, y) à matriz:

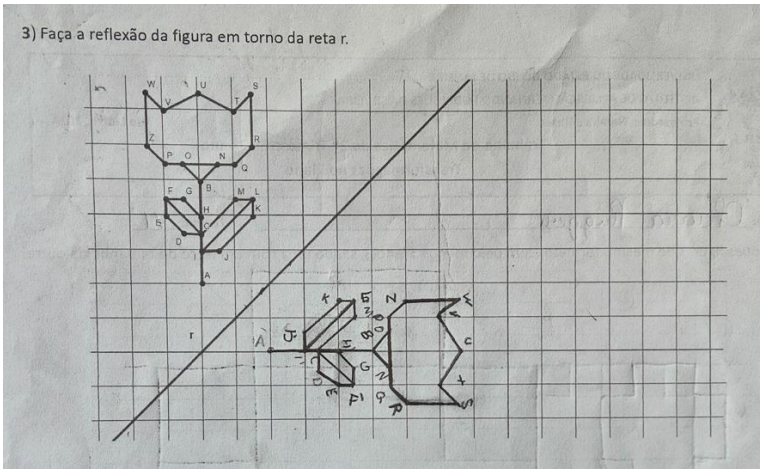
$$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 12 & 11 & 13 \\ 6 & 5 & 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -12 & -11 & -13 \\ 6 & 5 & 5 \end{pmatrix} \quad \textbf{(4)}$$

Dessa forma, para obtermos uma reflexão em relação ao eixo y de uma figura com pares ordenados $(a1, b1);\ (a2, b2);\ (a3, b3)$, basta efetuarmos o produto:

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a1 & a2 & a3 \\ b1 & b2 & b3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -a1 & -a2 & -a3 \\ b1 & b2 & b3 \end{pmatrix} \quad \textbf{(5)}$$

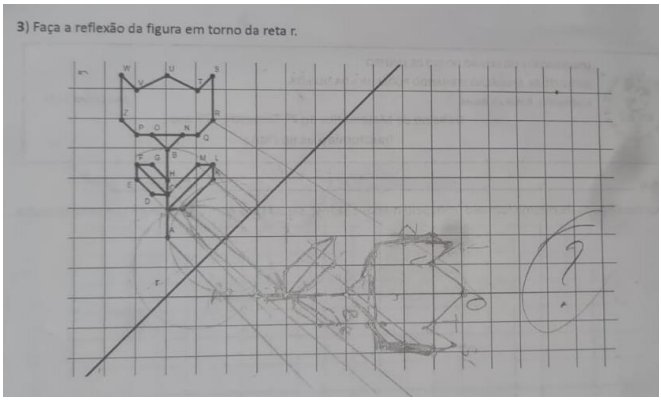
O terceiro exercício solicitava que os alunos realizassem a reflexão em torno da reta r da flor exibida na Figura 6. Nesta atividade, a ideia era que os alunos pudessem mobilizar as ideias apreendidas sobre translação e rotação, percebendo como elas estão relacionadas. A maior parte dos alunos transportou ponto a ponto a partir da projeção ortogonal no eixo de simetria r. Deste modo, as construções categorizadas como corretas, seguem o padrão exibido na Figura 6. Durante a exposição uma aluna perguntou se "Uma rotação de 180ª era a mesma coisa que uma reflexão" e ao realizar a tarefa disse que "quando a reta está inclinada a reflexão vai ser mesma coisa de uma rotação de 90º". Vale citar que uma aluna argumentou que "Se colocar a folha inclinada fica mais fácil", mostrando que ao colocar a folha de forma que a reta r ficasse na posição vertical, era mais fácil traçar as projeções ortogonais.

Figura 6. Exemplo do primeiro paradão de respostas para a terceira atividade da lista.



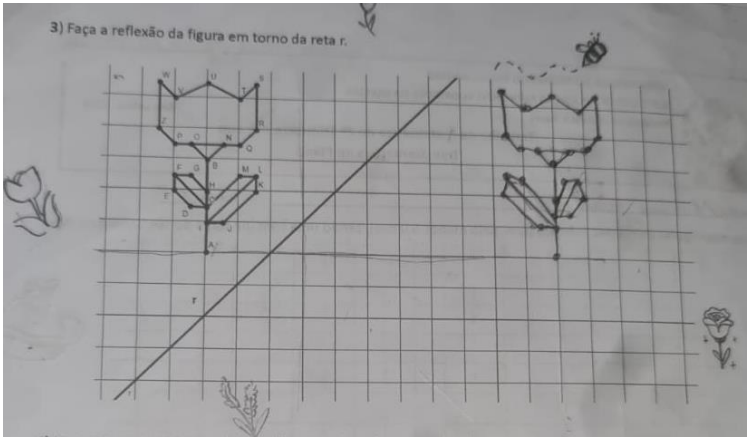
Uma dificuldade percebida entre os alunos foi a de realização da projeção ortogonal. Muitos não estavam confortáveis em utilizar o par de esquadros para traçar as retas paralelas a partir de uma primeira projeção ortogonal realizada. Deste modo, muitas respostas com desenhos não isométricos apareceram, como evidenciado na Figura 7. É importante citar, que também houve tentativas por parte de alguns alunos de realizar a construção por rotação, a partir da utilização de compasso com um ponto de rotação em r.

Figura 7. Exemplo do segundo padrão de respostas para a terceira atividade da lista.



Um terceiro padrão de resposta pouco comum, mas relevante, foi o realizar uma reflexão considerando que ela se daria da mesma forma caso r fosse vertical. Perceba que a aluna construiu a flor como uma reflexão em torno de um eixo vertical. Ao ser indagada sobre a distância não ser a mesma da figura gerada e do eixo de simetria, a aluna disse que "eu fiz isso pois não sabia como refletir torto". É importante observar que alguns alunos, de fato, sentem maiores dificuldades quando os eixos não são triviais.

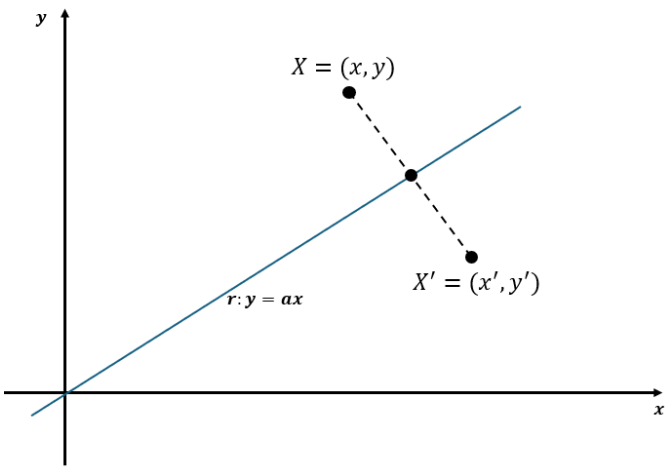
Figura 8. Exemplo do terceiro padrão de respostas para a terceira atividade da lista.



As transformações trabalhadas no último item levam em consideração que se T_R: Π ⟶ Π é a reflexão em torno da reta r ⊂ Π, podemos considerar no plano Π um sistema de coordenadas no qual o eixo das abscissas coincida com a reta r. Então, para cada ponto (x, y) teríamos $T_R(x, y) = (x', y')$ onde $x' = x$ e $y' = -y$.

Este sistema de coordenadas, como afirma Lima (2007), é bem adaptado para o estudo das reflexões T_R. No entanto, quando não há liberdade para escolher o sistema de eixos, podemos determinar as coordenadas (x', y') em função das coordenadas (x, y). Assim, seja T_R: Π ⟶ Π uma reflexão em torno da reta r ⊂ Π, podemos considerar no plano Π um sistema de coordenadas no qual o eixo das abscissas coincida com a essa reta (Figura 9).

Figura 9. Reflexão do ponto X em torno da reta r: y = ax



Perceba que o ponto sobre a reta r é ponto médio do segmento XX′ e possui coordenadas $(\frac{1}{2}(x + x'), \frac{1}{2}(y + y'))$. Sabendo que a reta r: y = ax, temos que $y + y' = a\,(x + x')$. Além disso, como XX′ é perpendicular a reta r, temos que o coeficiente angular da reta que passa por XX′ é $\frac{(y'-y)}{(x'-x)} = -\frac{1}{a}$. Assim podemos escrever duas equações:

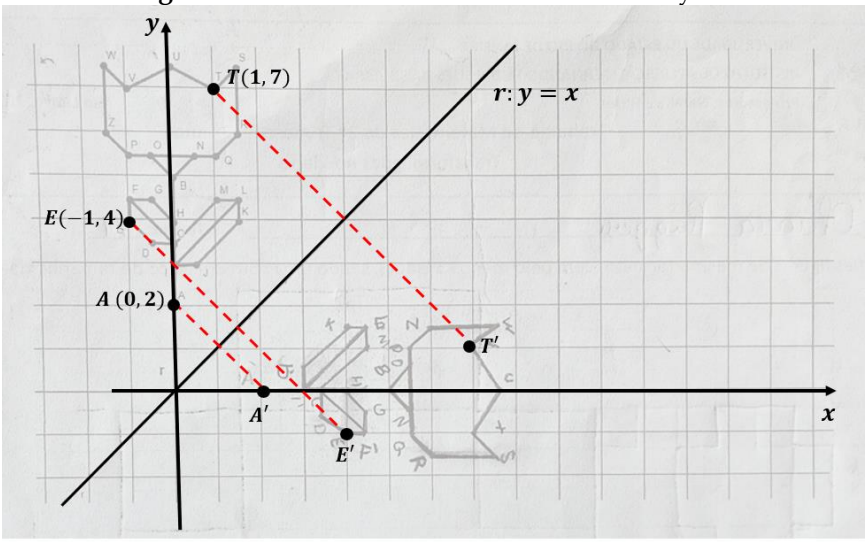
$$\begin{cases} y + y' = a\,(x + x') \\ y - y' = \dfrac{1}{a}\,(x - x') \end{cases} \iff \begin{cases} x' = \dfrac{1-a^2}{1+a^2}\,x + \dfrac{2a}{1+a^2}\,y \\ y' = \dfrac{2a}{1+a^2} - \dfrac{1-a^2}{1+a^2}\,y \end{cases} \quad \textbf{(6)}$$

Desta forma podemos construir uma matriz da transformação linear sempre que existir uma reflexão T_R em torno da reta $r: y = ax$.

$$\begin{pmatrix} \dfrac{1-a^2}{1+a^2} & \dfrac{2a}{1+a^2} \\ \dfrac{2a}{1+a^2} & -\dfrac{1-a^2}{1+a^2} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ y_1 & y_2 & y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1' & x_2' & x_3' \\ y_1' & y_2' & y_3' \end{pmatrix} \quad \textbf{(7)}$$

Vamos retomar o exemplo trabalhado na terceira atividade, para calcularmos os pontos A', E' e T', determinados a partir da reflexão em torno da reta $y = ax$. Na Figura 10 apresentamos o esboço desses pontos.

Figura 10. Reflexão da flor em torno da reta r: y = x



Como a reta $y = x$ tem coeficiente angular 1, basta substituirmos esse valor na matriz da transformação linear

$$\begin{pmatrix} \frac{1-1^2}{1+1^2} & \frac{2\cdot 1}{1+1^2} \\ \frac{2\cdot 1}{1+1^2} & -\frac{1-1^2}{1+1^2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \textbf{(8)}$$

Assim, os pontos A', E' e T'ficam determinados, respectivamente, pela multiplicação da matriz encontrada em (8) pelas coordenadas matriz formada pelas coordenadas (2,0), (4,1) e (7,1), conforme equação (9). Assim, fica ilustrado na Figura 10 a fundamentação do trabalho realizado pelos alunos que apresentaram o padrão 1 de respostas para essa atividade.

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 \\ 2 & 4 & 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 7 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \quad \textbf{(9)}$$

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem prática das transformações geométricas, a partir da criação de diversos cenários para a introdução de números negativos, contribuiu para que os alunos, além de compreender e consolidar objetos geométricos, explorassem as ferramentas algébricas e geométricas de forma investigativa. As diferentes formas de expressão por parte dos estudantes, reforçaram o entendimento dos conceitos e permitiram que os alunos experimentassem as transformações de forma ativa, desenvolvendo suas habilidades de resolução de problemas e raciocínio lógico. As atividades analisadas foram desenvolvidas com objetivos complementares: mobilizar as técnicas de construção para realizar as transformações geométricas, junto com contextualização a partir da linguagem com elementos artísticos, e abrir os caminhos para criar significados sobre os números e a linguagem algébrica.

Em termos pedagógicos, mostrou-se não ser apenas possível, mas fundamental a contextualização de ideias geométricas sem redução da sua complexidade para a construção de significados algébricos. A abordagem descrita por Schrubing (2018) e Valente (2023) indica que a abstração e a generalização, fundamentais na matemática, podem ser ensinadas de forma acessível, mas sem simplificações excessivas. Um exemplo é a construção de sequências didáticas, como as que envolvem transformações geométricas e o plano cartesiano, onde conceitos como opostos e o uso de letras para representar números são introduzidos de maneira intuitiva, preparando os alunos para uma compreensão mais profunda e sistemática no futuro.

Nesse sentido, o planejamento de listas e atividades deve, não apenas mobilizar técnicas de construção geométrica, mas também permitir que os alunos façam conexões fortes, podendo ser significativas para assuntos que serão abordados mais tarde dentro do planejamento curricular, e isso deve ser feito a partir da articulação dos temas estudados elementos artísticos, históricos e matemáticos. Desta forma, nosso aspecto motivador relacionou-se com a transição da geometria para a geometria analítica, por exemplo, mostrando a possibilidade de realização no 7º ano do Ensino Fundamenta, seguindo propostas curriculares previstas e evidenciando as potencialidades que podem ser exploradas em sala de aula para enriquecer a compreensão dos alunos.

A abordagem de ensinar transformações geométricas no plano cartesiano estabelece uma conexão direta entre geometria e álgebra. Ao manipular coordenadas e construções geométricas, os alunos começam a compreender a álgebra como uma ferramenta para descrever e analisar movimentos no plano, onde a necessidade de uma representação numérica nova amplia sua perspectiva geométrica, influenciando diretamente nas demais áreas. Essa integração promove uma compreensão mais profunda dos conceitos algébricos, facilitando a introdução de números negativos como componentes essenciais das funções que descrevem as transformações geométricas.

Deste modo, o ensino das transformações geométricas como motivadores naturais para o surgimento dos números negativos e da notação algébrica, se mostraram valiosos vetores de significados para uma compreensão integradora dentre as diversas áreas da matemática. Além disso, dialogamos com uma perspectiva histórica da construção dos números negativos evidenciando, permitindo que os alunos pensem os números negativos não apenas como entidades abstratas, mas como ferramentas essenciais para descrever e analisar o mundo geométrico e algébrico.

REFERÊNCIAS

BARROSO, I. C., GALVÃO, M. E. E. L., & SILVA, A. da F. G. (2020). Aspectos do Conhecimento Profissional Sobre Transformações Geométricas Emergentes em uma Atividade Diagnóstica com a Participação de um Grupo De Professores. Jornal Internacional De Estudos Em Educação Matemática, 12(3), 284–294.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

BICUDO, M. A. V. (2012). A pesquisa em educação matemática: a prevalência da abordagem qualitativa. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, 5(2), 15-26.

DELMONDI, N. N., & PAZUCH, V. (2018). Um panorama teórico das tendências de pesquisa sobre o ensino de transformações geométricas. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, 99(253), 659-686.

DELMONDI, N. N., & PAZUCH, V. (2019b). O ensino de transformações geométricas: perspectivas teóricas e metodológicas. Revista Brasileira de Iniciação Cientifica – RBIC, 6(5), 137-158.

GRANDO, Regina Célia; NACARATO, Adair Mendes; GONÇALVES, Luci Mara Gotardo. Compartilhando saberes em geometria: investigando e aprendendo com nossos alunos. Caderno Cedes: Campinas, vol. 28, nº 74, p. 39-56, jan./abr. 2008.

GODOY, E. V.; SILVA, M. A.; SANTOS, V. M. **Currículos de Matemática em Debate:** questões para políticas educacionais e para a pesquisa em Educação Matemática. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

HOFSTETTER, R.; SCHNEUWLY, B.; FREYMOND, M.; BOS, F. Penetrar na verdade da escola para ter elementos concretos de sua avaliação - A irresistível institucionalização do expert em educação (século XIX e XX). In: Hofstetter, Rita; VALENTE, Wagner Rodrigues (Org.). **Saberes em (trans) formação:** tema central da formação de professores. 1ª ed. Editora Livraria da Física, (Coleção Contextos da Ciência), 2017.

LIMA, E. L. Isometrias. SBM, Coleção do Professor de Matemática. Rio de Janeiro, 2007

ROQUE, T.; CARVALHO, J.B.P. Tópicos de História da Matemática. Rio de Janeiro: SBM, 2012 SILVA, J. C. D. DA; PIETROPAOLO, R. C. Um Estudo sobre as Contribuições de Felix Klein para a Introdução das Transformações Geométricas nos Currículos Prescritos de Matemática do Ensino Fundamental. Perspectivas da Educação Matemática, v. 7, n. 14, 20 dez. 2014.

SCHUBRING, Gert. Os números negativos –exemplos de obstáculos epistemológicos. São Paulo: Física, 2018.

SILVA, J. C. D. DA; PIETROPAOLO, R. C. Um Estudo sobre as Contribuições de Felix Klein para a Introdução das Transformações Geométricas nos Currículos Prescritos de Matemática do Ensino Fundamental. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 7, n. 14, 20 dez. 2014.

VALENTE, Wagner Rodrigues. A matemática do ensino e os documentos curriculares: história da produção de novos saberes. **Revista de Educação Matemática**, [*s. l.*], v. 20, n. Edição Especial, p. e023094, 2023.

WAGNER, E. *Construções geométricas* 6. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2007

O USO DE QR CODE EM MATERIAL DIDÁTICO DE QUÍMICA DE UM PROJETO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA[1]

Suellem Barbosa Cordeiro
Thays Oliveira

INTRODUÇÃO

Especificamente, na pandemia por COVID-19, iniciada em março de 2020 no Brasil, as tecnologias da informação e de comunicação (TIC's) foram preponderantes para a realização de práticas pedagógicas. Através de seu papel versátil, permitiram a continuidade do ensino e auxiliaram no entendimento dos conteúdos, mesmo em situações adversas, em que foram necessárias adaptações para que o ensino e as aulas continuassem.

Mesmo em 2021 (período pós pandêmico), foi/é preponderante o uso de recursos tecnológicos para incentivar, resistir e diminuir as defasagens, de modo que a escola, continuasse com seu papel social e fundamental na vida das pessoas. Visto isso, o uso de recursos digitais que já estavam sendo implementados, toma ainda mais força, por conta de estudantes nativos digitais (que já nascem inseridos no ambiente de tecnologia).

Neste processo, foi colocado em prática, o Ensino Remoto Emergencial (ERE), que é uma mudança temporária de ensino alternativo, devido à crise. Neste formato, é possível ministrar aulas e apresentações com auxílio da internet, usando plataformas online, de forma síncrona ou assíncrona. E o uso de recursos digitais educacionais, como jogos educativos, videoaulas, recursos audiovisuais, laboratório virtual, nestes espaços que representam a

[1] https://doi.org/10.51795/9786526516171159187

sala de aula, tem facilitado o processo de ensino-aprendizagem dos alunos, tornando a Química mais atraente, e permitindo propostas didáticas para uma nova educação à luz da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), para estudantes e formação continuada de professores.

A Constituição Federal de 1998, já previa a ampliação do ensino por meio de artifícios tecnológicos para combater o tradicional inatingível, conforme argumentos de Carvalho (2014):

> A promulgação da Constituição Federal de 1988 e da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (9.394/96) nos seus aspectos constitutivos, deliberaram o compromisso do poder público em propiciar investimentos tecnológicos para o desenvolvimento de atitudes de gestão compatíveis com as exigências globais, conferindo aos sujeitos a responsabilidade de ultrapassar os dogmas burocráticos e funcionalistas que tornaram o espaço escolar impermeável e rígido às mudanças. (Carvalho, 2014, p.1)

Apesar de ter sido essencial, na pandemia, o uso da tecnologia já tinha, portanto, muita aceitação antes disso, no tocante a auxiliar no desenvolvimento de aprendizagem do aluno. Pois o docente se proporciona a viver um conjunto de reflexões que auxilie em sua formação, sempre, revendo suas práticas. Macedo e colaboradores citaram, claramente, essa desenvoltura docente nas ciências da natureza:

> O ensino de disciplinas da área de ciências da natureza, na maioria das escolas, tem se tornado tedioso, baseado simplesmente em aulas teóricas. O uso de experimentos reais ou virtuais pode contribuir para amenizar essa situação, pois é uma das formas de despertar a curiosidade, estimular o debate científico e aprimorar o senso crítico dos alunos. (Macedo *et al*. 2013, p. 22).

Um importante recurso pode ser aliado do professor, é o código QR (*Quick Response Codes*), a evolução dos códigos de barras - que existem desde 1970 e revolucionaram a identificação de produtos. Ele consiste em um gráfico bidimensional (os códigos de barras comuns usam apenas uma dimensão, horizontal, enquanto

o QR usa vertical e horizontal) que a maioria das câmeras de celular consegue ler (alguns modelos ainda exigem um aplicativo específico).

Quando a empresa japonesa *Denso-Wave Incorporated* o criou (em 1994), o fez para facilitar a categorização das peças de carro. Logo, porém, ficou claro que poderia funcionar em outras áreas. Em seguida, foi aprimorado e passou a oferecer mais informações e até conteúdo exclusivo - devido à sua alta capacidade de armazenamento de dados.

Como é um código visual, só precisa ser lido na íntegra. Ou seja, pode ser digital, no dispositivo ou físico, impresso. Um de seus pontos fortes é levar os consumidores diretamente para onde você quer que eles vão. Em outras palavras, elimina a necessidade de inserir um endereço em um navegador de smartphone (uma tarefa que pode ser assustadora em alguns dispositivos).

Esses códigos podem ser rapidamente convertidos em informação, por estarem associados a um texto interativo, um link da internet, uma localização geográfica, entre tantas outras possibilidades.

Nos últimos anos, eles ganharam notoriedade no Brasil por serem adotados por empresas públicas e privadas de diversos ramos. O Metrô de São Paulo usa códigos QR para fornecer aos usuários acesso rápido ao site do Metrô, fornecendo informações culturais, mapas, horários de funcionamento e outros dados sobre serviços de trânsito e áreas de serviço. Os códigos QR também são usados em sistemas bancários como o Banco Brasil.

A maioria dos boletos emitidos pelo Banco do Brasil possuem um QR code que permite o pagamento direto do seu smartphone ou tablet após a leitura do QR code. Em ambientes educacionais está presente (Santos et al., 2012; Santos et al., 2010), em diferentes domínios do conhecimento, justamente por suas propriedades de fácil acesso e divulgação.

Ler e criar códigos QR é uma estratégia que pode desempenhar um papel importante na educação. Através da leitura de códigos QR, o acesso à informação e a interatividade podem ser

ampliados. Por outro lado, a criação de códigos QR pode ser uma interessante estratégia de ensino e aprendizagem cujos objetivos podem ser a produção e socialização de materiais, desenvolvimento de autoria, autonomia e trabalho colaborativo.

Desta forma, para colocar este recurso digital em prática, foi necessário realizar a elaboração de materiais escolares que, apesar de ser pensado para o ensino-aprendizagem nas escolas, possui um tema gerador marcante na atualidade, pandemia por COVID-19, que permite combater a fake News e promover divulgação cientifica nas redes sociais, marcadas por uma onda crescente de negacionismos como o movimento antivacina e Terra plana, especialmente aqui no Brasil, um país que carrega o título de possuir instituições historicamente renomadas e pioneiras neste assunto (Bonfim & De Paula Garcia, 2021).

Este capítulo trata de um trabalho de conclusão de curso de licenciatura em Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e é parte de um projeto, que utiliza no ensino de Química, a ferramenta QR Code, apresentando a contribuição desse recurso didático para aprendizagem e as possibilidades significativas para o estudante, o professor e a sociedade. O objetivo geral deste trabalho foi elaborar e avaliar um material didático, do tipo cartilha, utilizando códigos QR, para possibilitar mais caminhos e motivação para os professores e alunos do ensino médio acessarem os conteúdos de Química e o protagonismo estudantil na construção do conhecimento de forma mais facilitada em sala de aula, por meio de exemplos do cotidiano.

METODOLOGIA

Este trabalho apresenta uma metodologia qualitativa que se inicia com a etapa de planejamento e construção de materiais didáticos digitais para o ensino médio, cuja finalidade foi revisitar conceitos de Química geral e orgânica de modo a oferecer uma base para o ensino de Polímeros, sanar eventuais erros conceituais,

dentro do tema Química e pandemia, nos períodos pandêmico e pós-pandêmico.

O material didático produzido foi uma cartilha, utilizando a concepção do *smart object*, de forma que vários QR codes foram usados. Este material foi levado a consulta em um evento científico, chamado meninas e mulheres nas exatas, em 2021, pela Universidade Federal do Paraná e apresentado como trabalho de conclusão de curso em dezembro de 2022.

Este evento online, segunda edição do "Meninas nas Exatas: por elas para todos", da UFPR em fevereiro de 2021, contou com 1860 inscritos, cujos 75, estavam inscritos na atividade intitulada "Produção de Cartilha Temática de Química no Combate à COVID-19".

Nesta cartilha, está apresentado como o coronavírus pode ser transmitido por simples atos como tossir, espirrar, mas como uma higienização correta e o uso de álcool podem ser eficazes, sendo quimicamente comprovados. A cartilha mostra por meio de QR Code como podemos promover a higienização das mãos e superfícies, por meio de textos explicativos e vídeos (que podem ser acessados diretamente no material a ser apresentado nos resultados e discussão deste trabalho).

Devido a pandemia e distância entre os inscritos, o congresso foi realizado de forma online, o que demonstra como a tecnologia permite que pessoas mesmo que estejam bem distantes fisicamente possam estar perto e unidades virtualmente.

Além da apresentação no congresso, foi possível a interação, por meio do *google forms*, onde os participantes puderam destacar os pontos positivos, negativos, se gostaram e o que poderia melhorar na cartilha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O professor enfrenta uma difícil tarefa, e ele e a escola precisam caminhar juntos para garantir seu funcionamento social e contribuir para a construção do conhecimento do educando,

protagonista da educação. Portanto, a postura profissional do professor precisa passar por algumas mudanças, desde o desapego exclusivo da modalidade tradicional de ensino, pautada na perspectiva de transmissão e recepção de conteúdos, até a mudança dos objetivos específicos de suas próprias funções no âmbito da docência e a busca de novos desafios. (Faraum Junior & Cirino, 2016).

Para acomodar essa transformação educacional, os indivíduos envolvidos no processo educacional precisam trabalhar arduamente para encontrar ferramentas que ajudem a escola a se tornar um ambiente de reflexão sobre o que é o conhecimento e como integrá-lo adequadamente à sociedade. Sá et al. (2014, p. 42) afirmam que essa inserção, a tradução do conhecimento científico em conhecimento escolar e sua disseminação social, é um dos principais objetivos da prática pedagógica no ambiente escolar e merece atenção especial.

O professor da área de Ciências, e particularmente o de Química, necessita se adaptar às novas exigências e se descolar do ensino apoiado numa proposta acabada, dogmática, acrítica, "cheia" de certezas, identificando, junto com seus aprendizes, a verdadeira função social da Ciência no mundo contemporâneo. Colocando em prática algumas ações a respeito das competências e habilidades que um futuro professor deve construir e aplicar, assim a formação acadêmica dos licenciandos deve cumprir alguns princípios descritos na Resolução nº 02, de 1º de julho de 2015, que define as Diretrizes Nacionais para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica em Nível Superior (BRASIL, 2015), estabelecendo que:

> Art. 5º A formação de profissionais do magistério deve assegurar a base comum nacional, pautada pela concepção de educação como processo emancipatório e permanente, bem como pelo reconhecimento da especificidade do trabalho docente, que conduz à práxis como expressão da articulação entre teoria e prática e à exigência de que se leve em conta a realidade dos ambientes das instituições educativas da educação básica e da profissão, para que se possa conduzir o(a) egresso(a):

> VI - ao uso competente das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o aprimoramento da prática pedagógica e a ampliação da formação cultural dos(das) professores(as) e estudantes;
> IX - à aprendizagem e ao desenvolvimento de todos (as) os(as) estudantes durante o percurso educacional por meio de currículo e atualização da prática docente que favoreçam a formação e estimulem o aprimoramento pedagógico das instituições (BRASIL, 2015, p. 06).

As salas de aula podem ser locais de pesquisa, desenvolvimento de projetos, produção colaborativa e integrada, intercomunicação em tempo real, com a vantagem de combinar a natureza presencial com a dimensão virtual, no mesmo espaço e ao mesmo tempo, utilizando todos os meios, todas as fontes, todas as formas de interação (Moran et al., 2013). Essas tendências são destacadas em grande parte do trabalho da comunidade de pesquisadores em ensino de ciências, que se concentra na integração da tecnologia ao campo do ensino (Kenski, 2012).

Na atualidade ainda vemos muitos professores que se acham detentores do saber, que não deixam o aluno expressar suas dúvidas e questionamentos, fazendo muitas vezes os alunos perderem o interesse pelas aulas de química. Para que a aula se torne mais dinâmica existem recursos didáticos que podem ser usados pelos professores afins de contribuir na aprendizagem e realizar motivação. Conforme aponta os autores:

> Não resta dúvida que os recursos didáticos desempenham grande importância na aprendizagem. Para esse processo, o professor deve apostar e acreditar na capacidade do aluno de construir seu próprio conhecimento, incentivando-o e criando situações que o leve a refletir e a estabelecer relação entre diversos contextos do dia a dia, produzindo assim, novos conhecimentos, conscientizando ainda o aluno, de que o conhecimento não é dado como algo terminado e acabado, mas sim que ele está continuamente em construção através das interações dos

> indivíduos com o meio físico e social. (Becker, 1992 apud Silva et al. 2012, p. 2).

O uso de filmes, jogos, aulas em laboratório, saídas em campo, uso de tecnologia e novas ferramentas tecnológicas, são alguns dos inúmeros recursos que podem ser utilizados para promover a compreensão e construção do conhecimento.

O uso de tecnologia é uma ferramenta bem favorável, pois é um auxílio que está no cotidiano dos alunos, a maioria dos alunos possuem acesso a celular e internet, gostam de usar muitas vezes dentro da sala de aula, com isso, trazer o que eles gostariam de estar mexendo na aula, se torna um grande aliado na metodologia e no ensino.

Por sua vez, inclusão de QR codes nas aulas teóricas e práticas para as disciplinas de Química, permite uma parceria entre professor e aluno, além do aluno aprender uma nova ferramenta tecnológica, que atualmente está em diversos cenários do nosso cotidiano, ele irá aprender o conteúdo da disciplina.

É notório que usar recursos didáticos em sala de aula tem grande importância no processo de ensino e aprendizagem, pois possibilita uma melhor compreensão e fixação dos conteúdos, permitindo um ensino de qualidade e estimulando o senso crítico dos alunos. Além de tornar as aulas mais dinâmicas e atraentes, o professor desperta o interesse dos alunos aproximando-os cada vez mais do processo de ensino e aprendizagem.

Tendo como base estas considerações acerca da motivação no contexto escolar, pode se destacar que os jogos constituem ferramentas importantes que podem motivar os estudantes no processo de aprendizagem, uma vez que, segundo Oliveira e Soares (2005) estes apresentam como consequência natural a motivação, por agregar as funções lúdica e didática.

Alguns trabalhos relacionados à Educação em Química têm sido desenvolvidos utilizando QR Codes e Criptograma (Bonifácio, 2012) agregando diferentes possibilidades vinculadas à

aprendizagem com mobilidade, *mobile learning*, no ensino e na aprendizagem de Química, é o que veremos adiante.

Foram encontrados significativos trabalhos relacionados ao ensino de química utilizando códigos QR (Battle et al., 2012; Benedict; Pence, 2012; Bonifácio, 2013; Bonifácio, 2012). Em um deles, os autores criaram uma trilha guiada com 22 paradas, uma para cada planta, em um jardim da Universidade de Cambridge, com o objetivo de desenvolver o interesse dos alunos pela química na natureza. Em cada parada, 4 visitantes podem identificar os principais constituintes químicos presentes e suas aplicações. Além disso, criaram uma trilha digital virtual por meio de um QR code que permite aos visitantes acessarem mais informações sobre os compostos presentes em cada planta da trilha.

Bonifácio (2012) criou uma tabela periódica de elementos baseada em códigos QR. A partir desta tabela, para cada elemento químico, utilizando o material online gratuito, há um áudio associado em inglês com informações sobre cada elemento. O Prêmio Nobel é um dos prêmios mais prestigiados do mundo. Para apresentar o Prêmio Nobel de Química à sala de aula, Bonifácio (2013) produziu um cartaz intitulado "QR-NPchem", que continha informações sobre cada um dos prêmios concedidos desde a primeira edição em 1901 a 2011.

Benedict e Pence (2012) desenvolveram um projeto em que alunos de química foram desafiados a criar blogs de vídeo e fotos relacionados a determinados temas da ciência. Esses materiais desenvolvidos estão disponíveis online e um código QR é criado para cada material. Por meio dessa estratégia, eles fornecem aos alunos acesso aos materiais que criam.

Com o objetivo de fornecer mais subsídios aos alunos dos cursos de tecnologia química e das licenciaturas em ciências naturais para treiná-los para desenvolver atividades e procedimentos inerentes aos laboratórios químicos, foram produzidos diversos vídeos detalhando algumas das técnicas básicas do laboratório. Os vídeos foram socializados com os alunos

desses cursos, porém, essa socialização se limitou aos alunos dos cursos que envolviam técnicas básicas de laboratório.

Para expandir esses materiais para todos os usuários dos laboratórios e todas as partes interessadas, incluindo professores e alunos de diferentes níveis de ensino e instituições, criaram códigos QR, associando-se esses vídeos, que incluíam algumas técnicas laboratoriais básicas. Estes códigos podem ser utilizados de diversas formas, inclusive em conjunto com equipamentos como balanças onde são detalhados os procedimentos de pesagem, e em "roteiros" e guias para sessões práticas detalhando alguns procedimentos específicos, proporcionando aos alunos maior facilidade de acesso às informações, maior interatividade e a possibilidade de aprender em um ambiente móvel.

Segundo Williams e Pence (2011), a inserção de um desses códigos de barras em um simples pedaço de papel o torna um objeto inteligente, um "*smart object*", pois o conteúdo associado a ele pode ser acessado por meio de um tablet ou smartphone, ou dinamicamente.

Seu artigo visa ampliar o acesso e a socialização de vídeos criados por todos os alunos e professores de química e áreas afins para abordar algumas das "técnicas básicas de laboratório" e difundir o uso e criação de códigos QR no ensino de química. Entende-se que esses códigos têm o potencial de estimular a curiosidade nos assuntos, estimular a ação e a interação e uma nova forma de produzir e acessar informações, auxiliando na construção de novas estratégias de ensino e aprendizagem de tecnologia digital.

Baseado nestes relatos, na educação, os códigos QR podem ser usados para além deste fim, ou seja, pode-se imprimir livros didáticos, associando imagens, áudio, vídeo, texto, sites.

Conteúdos relacionados a códigos QR podem ser disponibilizados na internet, criados por professores, ou mesmo por alunos, como parte de uma estratégia de ensino desenvolvida por professores, pois dispositivos como smartphones e tablets são capazes de ler códigos QR e reproduzir áudios e gravações de vídeo

Recursos, captura de imagens e acesso à internet, que facilitam a atribuição do material pelo aluno.

Além dessas possibilidades, os códigos QR também podem ser associados a blogs produzidos e editados pelos alunos, neste caso reconfigurando a prática docente por meio de métodos e práticas pedagógicas que estimulam a ação disciplinar e a interação, bem como, por exemplo, no ensino e na aprendizagem.

Os códigos QR podem ser fornecidos em campo, ou seja, no laboratório junto a equipamentos e bancadas de laboratório (como nos códigos de barras apresentados neste artigo), bem como em papel, painéis e outros materiais. O custo de geração e leitura de códigos QR e as facilidades para utilizá-los não existem, e visa estimular a curiosidade e o interesse por essa tecnologia entre os professores de química, incentivando a descoberta de estratégias inovadoras nas áreas de metodologia, prática e processos de mediação pedagógica.

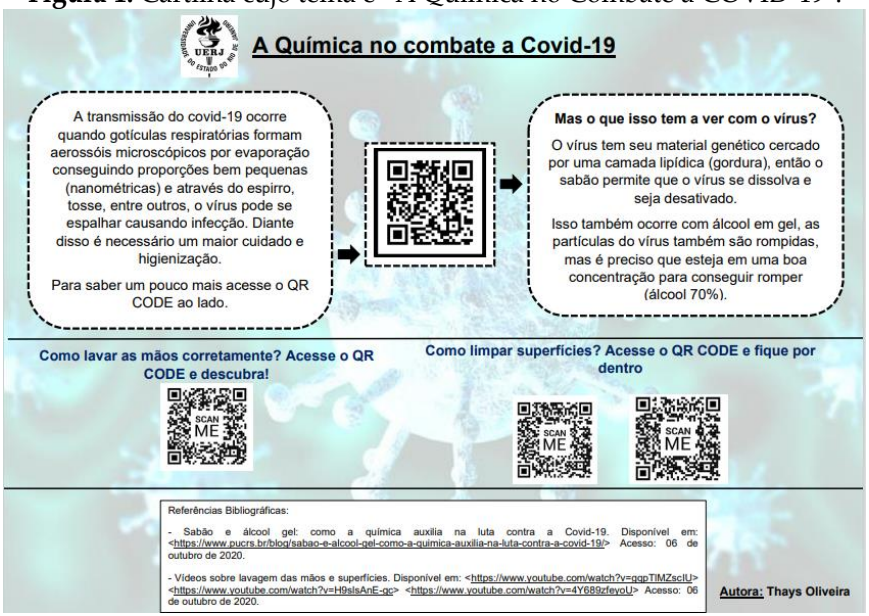
QR *codes* relacionados a vídeos de técnicas laboratoriais básicas foram adicionados aos roteiros de aulas práticas para as disciplinas do primeiro semestre da Licenciatura em Ciências Naturais: Habilitações em Biologia e Química. E então, 35 alunos do primeiro semestre do curso de ciências naturais utilizaram o roteiro para desenvolver atividades para o laboratório. Destes, apenas seis haviam instalado anteriormente um aplicativo para leitura de códigos QR em seus dispositivos móveis. Após explicar como usá-los, 8 alunos instalaram o aplicativo com esse recurso em seus smartphones durante as aulas; outros 16 alunos o instalaram após o *hands-on*, para poder acessar os aplicativos disponibilizados via QR Codes na próxima experiência em Script ativo (Schlemmer, Nichele, Ramos, 2015).

A introdução do QR code foi bem recebida por estes alunos, embora alguns desconhecessem a função destes códigos de barras e os procedimentos para a sua leitura. No entanto, todos os alunos concordaram com a adoção de QR code em ambientes educacionais como meio de acessar informações a qualquer hora, em qualquer lugar.

Neste trabalho, a cartilha elaborada contém QR codes para se obter informações extras sobre o tema A Química no combate à COVID-19. O material é mostrado na Figura 1 e pode-se observar apenas duas grandes informações, além de duas perguntas, com o intuito de atrair o estudante e o motivá-lo a conhecer mais sobre o assunto. E temos mais quatro informações extras (nos códigos QR) que, se colocadas diretamente na cartilha, poderiam desmotivar a leitura.

Esta cartilha redireciona o estudante para entender a Química envolvida no tema, ou seja, conceitos químicos sobre o estudo de sabões, a definição de sabão, sua estrutura e propriedades, como a formação de micelas, pela interação com moléculas da água e de gordura. Esta atividade está em acordo com o trabalho de Gomes e Dantas Filho (2021), que pôde evidenciar este conhecimento, através da experimentação na sala de aula, no modo presencial, antes de iniciarmos o ERE.

Figura 1. Cartilha cujo tema é "A Química no Combate a COVID-19".



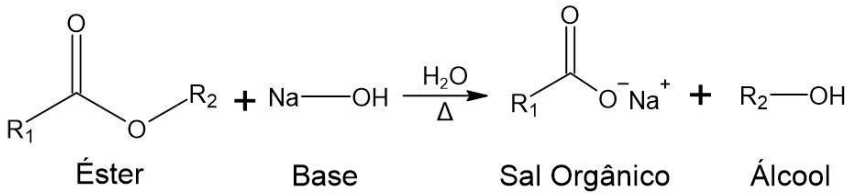
Fonte: Autoria própria.

O material abre, ainda, a possibilidade de aplicação de uma metodologia ativa, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-based Learning* – PBL), que é um método de ensino-aprendizagem caracterizado por utilizar a problematização de cenários da vida real, a fim de estimular nos alunos as habilidades de solução de problemas e o desenvolvimento do pensamento crítico (Dhein; Ahlert, 2017).

A contextualização de como lavar as mãos corretamente e limpar superfícies, permite abordar, pela prática, o conteúdo de sabões e detergentes na disciplina de Química Orgânica, onde há reações importantes, como a de síntese, representada por uma Reação de Saponificação, como mostra a Figura 2.

Essa reação que ocorre quando uma molécula de função éster reage com uma base inorgânica forte em meio aquoso, cujo processo chama-se hidrólise alcalina com formação de sal e álcool, como produtos.

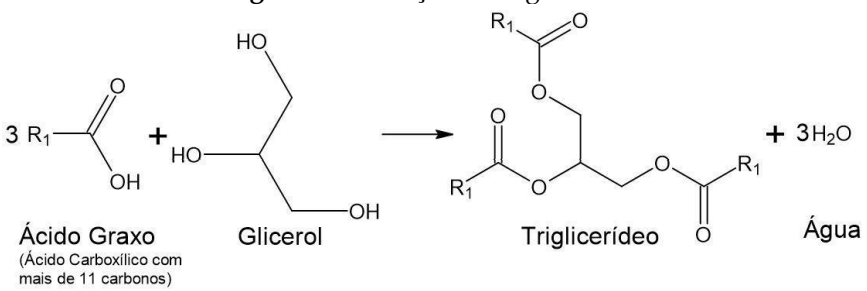
Figura 2. Esquema geral de reação de Saponificação



Fonte: Autoria própria pelo programa *ChemSketch Freeware.*

O éster usado neste processo geralmente é um triglicerídeo presente em gorduras e óleos, e pode ser aquele já utilizado em frituras dos alimentos, na cozinha. O triglicerídeo é um triéster proveniente de ácidos carboxílicos de cadeia longa (ácidos graxos) e uma molécula do glicerol, ressaltado na Figura 3.

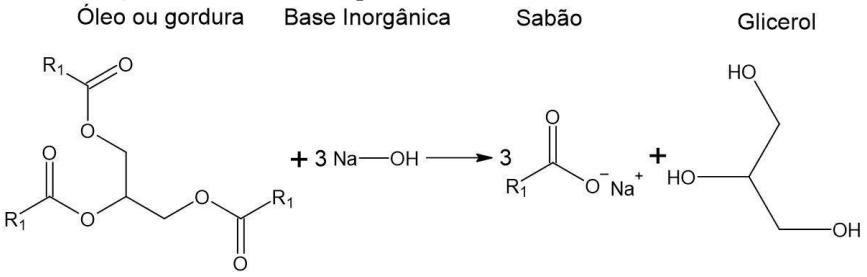
Figura 3. Formação do triglicerídeo



Fonte: Autora própria pelo programa ChemSketch Freeware.

O processo de fabricação do sabão consiste no aquecimento de óleos ou gorduras vegetais juntamente com uma base forte, como hidróxido de sódio (NaOH), comercialmente conhecido como soda cáustica, a reação é apresentada na Figura 4.

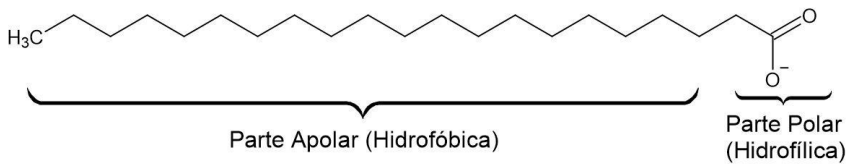
Figura 4. Reação de saponificação com formação de sabão



Fonte: Autora própria pelo programa ChemSketch Freeware.

Outro ponto levantado, nesse aspecto, é a ação emulsificante do sabão, permitindo a remoção mecânica de sujeiras e microrganismos. A estrutura do sabão proveniente do ácido graxo, é a parte apolar chamada de hidrófoba (não possui afinidade por água), já outra extremidade da molécula é polar, chamada de hidrófila que possui afinidade por água, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5. Estrutura do sabão

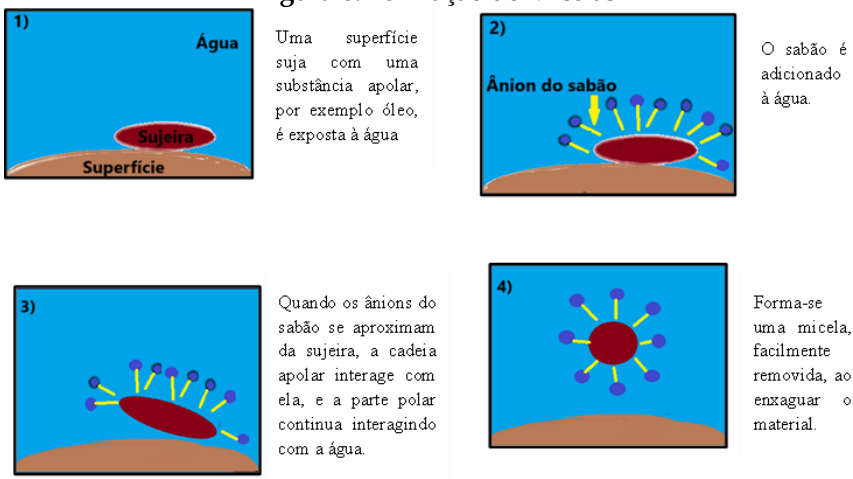


Fonte: Autora própria pelo programa ChemSketch Freeware.

Para limpeza de superfícies, essa estrutura do sabão permite que ocorra interação com compostos polares e apolares. A parte hidrófoba (ou hidrofóbica) do sabão interage com moléculas de gordura, já a parte polar (hidrofílica) interage com moléculas de água, como exemplo, fazendo com que o objeto atue como emulsificante por promover a dispersão do óleo na água. Ou seja, ocorre a formação de micelas (estrutura formada por um agregado de moléculas anfipáticas, ou seja, compostos que possuem características apolares e polares simultaneamente), representadas na Figura 6.

Mas como relacionar estes conteúdos de química com a pandemia por COVID-19? As bactérias e algumas partes dos vírus possuem capas de gordura, que tem a função de proteger o microrganismo. O sabão rompe esta proteção, fazendo com que estas bactérias e vírus inativem. Os vírus que não possuem este envelope de gordura são eliminados através da interação com as proteínas que compõem esse microrganismo. Toda essa explicação, cabe em uma aula de química "significativa", onde os conceitos de reação orgânica, polaridade, funções orgânicas encontram as vivencias dos alunos.

Figura 6. Formação de Micelas



Fonte: Autoria própria.

É possível, ainda, relacionar o tema com conceitos de Estequiometria e Soluções Químicas, como a porcentagem em Título. Como se sabe, o Título é um tipo de concentração, representada pela letra grega: (τ) tau e consiste na razão entre a massa do soluto e a massa da solução. No caso de soluções em que os componentes são líquidos ou gases, é possível calcular o título em volume, que faz a relação do volume do soluto pelo volume da solução.

Em medicamentos, alimentos e produtos de limpeza, por exemplo, (em evidência temos o hipoclorito de sódio e o álcool, muito utilizados no ano de 2020), encontramos a informação do teor em porcentagem em massa do soluto em relação a massa total, o Título.

O cálculo do título pode ser feito da seguinte maneira:

$$\tau = \frac{m_1}{m} \; ou \; \tau = \frac{m_1}{(m_1 + m_2)} \qquad \textbf{(1)}$$

Como utilizar?

Vamos pensar no sal de cozinha que temos em nossa casa (NaCl). Supondo que dissolvemos 20 g de sal de cozinha em 80 g de água. O título em massa dessa solução é?

Massa da solução (m) = m1 + m2 = 20 + 80 = 100g
$\tau = 20 / 100$
$\tau = 0{,}2$

O título pode ser expresso em termo de porcentagem também, chamado de Porcentagem em massa ($\boldsymbol{\tau}$ %), expresso da seguinte maneira:

$$\tau_{\%} = \frac{m_1}{m} \cdot 100\% \qquad \textbf{(2)}$$

Usando o exemplo do sal de cozinha acima, teríamos um título em porcentagem de 20 %.

O título pode ser encontrado em porcentagem em volume. Neste caso, relaciona-se o volume do soluto com o volume da solução, com a fórmula:

$$\tau_{\%} = \frac{v_1}{v} \cdot 100\% \qquad \textbf{(3)}$$

Um dos exemplos que podemos utilizar é com o álcool etílico 70%, que foi bem valorizado nesses últimos meses. As partículas do SARS-CoV-2 (COVID-19) podem resistir no ar como aerossóis permitindo que estas se espalhem com maior facilidade. A transmissão acontece quando várias gotículas respiratórias formam esses aerossóis microscópicos por evaporação, alcançando proporção nanométrica, quando um indivíduo tosse, espirra e até mesmo se comunica através de uma conversa. Por isso, uma das orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS), além do distanciamento e uso de máscara, é o cuidado e higienização das mãos, com sabão e álcool 70%.

O álcool etílico 70% é muito utilizado no processo de antissepsia da pele, pois age de forma instantânea nos microrganismos e de maneira bem satisfatória na prevenção da infecção. Essa porcentagem (70%) tem a quantidade ideal para que ocorra a entrada do álcool no interior do vírus (Coronavírus), pois a água impede a desidratação da parede celular externa do microrganismo, retarda a evaporação do álcool, permitindo um contato maior para que haja penetração do álcool, resultando na destruição.

Assim, o álcool 70% desnatura as proteínas dos microrganismos, atuando na membrana plasmática ou parede celular bacteriana, inibindo sua síntese e promovendo destruição. E ocorre na presença de água que auxilia a entrada de álcool.

Ao realizar uma breve análise de rótulos, de um frasco comercial de álcool 70%, na Figura 7, pode-se dizer que este possui uma porcentagem em volume de 70%, em 100 mL de solução 70% é álcool.

Esse assunto já foi também abordado na questão 66 da prova cinza do primeiro dia de Enem, no ano de 2014: "O álcool comercial (solução de etanol) é vendido na concentração de 96%, em volume. Entretanto, para que possa ser utilizado como desinfetante, deve-se usar uma solução alcoólica na concentração de 70%, em volume. Suponha que um hospital recebeu como doação um lote de 1 000 litros de álcool comercial a 96%, em volume, e pretende trocá-lo por um lote de álcool desinfetante.

Figura 7. Rótulo de álcool 70%

Fonte: Laboratório IMEC.

Para que a quantidade total de etanol seja a mesma nos dois lotes, o volume de álcool a 70% fornecido na troca deve ser mais próximo de:
(A) 1042 L.
(B) 1371 L.
(C) 1428 L.
(D) 1632 L.
(E) 1700 L.

A Resolução se dava da seguinte forma, utilizando a equação 4:

$$T_i . V_i = T_f . V_f \quad \textbf{(4)}$$
$$0{,}96 \,.\, 1000 = 0{,}70 \,.\, V_f \;\; \therefore \;\; V_f \; = \; 1371{,}4\text{L}$$

Nota-se, que a demonstração dos conteúdos, não é nova. Mas, os conteúdos conectados com as vivências, vão além de aprender para passar em uma matéria ou prova, pois são praticados estão no cotidiano dos educandos e são ferramentas para torná-los críticos.

Para compreender um pouco mais sobre a estrutura dos códigos QR, o projeto elaborou um infográfico, para suas redes sociais, explicando o recurso, mostrado na Figura 8.

Neste trabalho, não foi possível realizar uma intervenção em sala de aula, no entanto, foi apresentado na forma de oficina temática, cujo tema foi "Produção de Cartilha Temática de Química no Combate à COVID-19", no congresso "Meninas nas exatas: Por elas para todas", cujos resultados sobre a percepção dos congressistas, recolhidos via formulário do *google*, se mostraram relevantes no que diz respeito ao tema escolhido e o recurso didático utilizado, conforme mostrado no Quadro 1.

Através dos pontos positivos e negativos destacados, podemos perceber que o QR Code é uma ferramenta muito eficaz o ensino de Química, o uso de tecnologia é uma boa metodologia e tema gerador, além da praticidade do acesso à informação.

Os respondentes 3, 4, 5 e 6 atentaram, de alguma forma, para um dos fatores que contribui para a motivação da aprendizagem, que é a contextualização de conteúdos tratados nesta disciplina. De acordo com Silva (2007), a contextualização, é apresentada por educadores e pesquisadores da área de Ensino de Química, como um modo de orientar o aluno para o exercício da cidadania e promover sua aprendizagem.

Figura 8. Infográfico sobre o QR code

Fonte: Autoria própria (https://www.instagram.com/p/CefB9BzO23s/?igsh=MTVsaG9na3MxOTB0Nw==)

Quadro 1. Respostas dos congressistas, sobre os pontos positivos e negativos da atividade.

Respostas	Pontos Positivos	Pontos Negativos
1.	Possibilidade de utilizar recursos mais **dinâmicos** e **atrativos** para os alunos.	Falta de acesso a smartphones por parte de alguns alunos
2.	Torna o estudo mais **lúdico.** Ainda mais com um tema tão atual.	Ter que baixar um aplicativo para ter que ler esse QR code.
3.	...dentro do ambiente escolar pode ser interessante e outro ponto importante é o fato de ocupar pouco espaço visual, já que você pode "comprimir" mensagens, textos, áudios, vídeos e afins.	Destaco uma possível dificuldade que alguns docentes, que não tenham muita familiaridade com ferramentas digitais, possam encontrar para utilizá-la.
4.	Porque ajuda na aquisição de conhecimentos, quanto para aperfeiçoamento dos processos de ensino.	Um dos principais desafios é propiciar o acesso dessa tecnologia para todos os alunos, visto que nem todos os alunos possuem acesso à internet.
5.	Um dos pontos positivos do uso dessa tecnologia para o ensino, principalmente relacionado ao enfrentamento da COVID-19, é a ausência de contato com possíveis objetos contaminados pelo vírus, o que é sem dúvidas uma vantagem em relação a carência do acesso ao conteúdo.	Modernização (nem todos os alunos têm acesso a essa tecnologia) e necessidade de capacitação de professores para utilizarem.
6.	O uso de celulares durante as aulas pode ser uma boa	Fazer desse recurso algo viável para todos, e em

	forma de **atrair a atenção dos alunos** e essas cartilhas podem trazer informações sobre todos os conteúdos possíveis, e pensar que, em um momento em que tantas notícias falsas se espalham rapidamente pela população, é muito importante ter um material com informações corretas sobre a prevenção contra o Coronavírus.	todos os momentos, pode ser um problema futuro, caso seja considerado uma ferramenta obrigatória, uma vez que muitos podem não ter acesso a uma rede de internet 24 horas e estável.
7.	Ajuda a integrar os alunos com tecnologias que verão cada vez mais no dia a dia, o que é uma competência da **BNCC***	Ainda pouco acesso
8.	Uso da tecnologia e aprofundamento dos conhecimentos tecnológicos **interativa** o que torna o estudo muito mais **dinâmico**.	Talvez quem não tenha acesso a internet possa ser desprivilegiado.
9.	Trazer para sala de aula uma novidade que as vezes não percebemos, mas está sempre conosco.	Muitos não saberem como baixar o aplicativo, não se informarem.

* Base Nacional Comum Curricular

Já os respondentes 1, 2, 6 e 8 abordam pontos chaves para a motivação discente. Utilizando palavras como "dinâmico, lúdico, atrair a atenção".

Por fim, vale destacar o respondente 7 aponta sobre o uso de tecnologia como uma competência da BNCC (Base Nacional Comum Curricular). A competência da BNCC que menciona sobre o uso das tecnologias na aprendizagem é a de número 5, que diz:

> Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018, p. 10).

O ponto negativo mais destacado foi a falta de acesso à internet e celular que alguns estudantes têm e a dificuldade operacional com aplicativos. Cabendo assim, as autoridades, proporcionarem ambiente adequado para uma educação de qualidade para todos.

Vale ressaltar, que em todos os âmbitos educacionais encontram-se desafios, seja por falta de material, seja por um aluno com problemas em casa, dessa maneira, cabe aos educadores, buscar a cada dia se reciclar, ter uma formação continuada para ajudar os alunos a terem uma vida cidadã, e alcançar sucesso. Esta ferramenta possibilitou novas abordagens e metodologias didáticas diferentes que atrai e contribui para alcançar diversos personagens na educação, de forma notória, e assim, pode-se obter as metas educacionais de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), que permite afirmar que, o ensino de Química deve contribuir de forma mais ampla e de melhor compreensão, tendo nas mãos, metodologias alternativas para contribui para a superação do estudante, em suas dificuldades.

> [...] é preciso objetivar um ensino de Química que possa contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento, que possibilite melhor compreensão do mundo físico e para a construção da cidadania, colocando em pauta, na sala de aula, conhecimentos socialmente relevantes, que façam sentido e possam se integrar à vida do aluno (BRASIL, 2000, p. 32).

A importância desta relação de tecnologias com o professor no ensino de Química, permite um leque de opções, não só de

temas sociais, mas de outras possibilidades que se combinam, desde o uso de bexigas para explicação de orbital molecular, jogos lúdicos, uso de tecnologia como QR Code, debates, uso de WhatsApp como sala de estudos, salas virtuais, vídeos, filmes, jogos online de química e outras diversidades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentou a produção de uma cartilha temática "A Química no combate a COVID-19", que usa QR Code para redirecionar o estudante a entendimentos de conceitos químicos como os sabões, estrutura, propriedade, concentrações entre outros, com intuito de tematizar a pandemia como palco para um ensino de química mais acessível. A inclusão de QR codes nas aulas teóricas e práticas para as disciplinas de Química, é respaldada na BNCC, que busca atender as demandas dos alunos do século XXI, pelo uso de recursos tecnológicos, nas ciências da Natureza, possibilitando a união entre professor e aluno de diferentes gerações. E este trabalho se relaciona diretamente com os documentos normativos, visando preparar os estudantes para o mundo atual, garantindo que estes aprendam com recursos digitais e práticas pedagógicas.

O material foi elaborado com sucesso atendendo às demandas do aluno, das diretrizes, protagonismo estudantil e formação crítica cidadã. Apresenta potencial para motivação discente, tem abertura para discussão na formação continuada de professores, busca por metodologias atrativas e uma aprendizagem significativa. Além disso, demonstrou-se que o uso de tecnologia é uma ferramenta bem favorável no ERE, pois é um auxílio que está no cotidiano dos alunos, e pode se tornar um grande aliado na metodologia e no ensino, no período pós pandêmico.

O trabalho visou a auxiliar a aprendizagem de conceitos da Química geral, orgânica e inorgânica, como: Reações Orgânicas, Polaridade, Funções Orgânicas e Concentração (Título). Este é uma

proposta de ação contextualizada combatendo a desinformação e contribui ainda para novas práticas docentes.

É notório que usar recursos didáticos em sala de aula tem grande importância no processo de ensino e aprendizagem, pois permite um melhor entendimento dos conteúdos, tornando as aulas mais dinâmicas e atraentes despertando os alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Parte deste trabalho foi apresentado por Thays Oliveira como monografia, fruto de um projeto de Iniciação à Docência coordenado e orientado pela professora Suellem Barbosa Cordeiro, com tema: Biopolímero como tema motivador no ensino de Química, iniciada dia 01 de setembro de 2020. O projeto foi desenvolvido no Instituto de Aplicação Fernandes Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), e foi apresentado no evento da UERJ SEM MUROS nos anos de 2020 e 2021 e obteve menção honrosa no ano de 2021, graças ao companheirismo, união e dedicação de todos os colaboradores.

Convém mencionar ainda que, o projeto contribuiu com a experiência de apresentação e participação científica, na formação docente, no evento "Meninas nas Exatas: por elas para todas" da UFPR em fevereiro de 2021, na palestra "Produção de Cartilha temática de Química no combate a COVID-19". Foi perceptível a importância de eventos científicos (virtuais), especialmente este, voltado para meninas e mulheres, oportunizando a equidade de gênero e dialogando sobre os desafios do rompimento do ensino tradicional, principalmente no ensino remoto, híbrido e da educação à distância, potencializados pela pandemia do novo Coronavírus.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Uerj e a professora Angela Sanches, pelo auxílio, na orientação da monografia.

REFERÊNCIAS

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR. Aprendizagem significativa- breve discussão acerca do conceito. Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: http://basenacional comum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/aprofundamentos/191-aprendizagem-significativa-breve-discussao-acerca-do-conceito.

BATTLE, G. M.; KYD, G. O.; GROOM, C. R.; ALLEN, F. H.; DAY, J.; UPSON, T. Up the Garden Path: A Chemical Trail through the Cambridge University Botanic Garden. Journal of Chemical Education. n. 89, p. 1390-1394, 2012.

BENEDICT, L.; PENCE, H. E. Teaching Chemistry Using Student-Created Videos and Photo Blogs Accessed with Smartphones and Two-Dimensional Barcodes. Journal of Chemical Education. n. 89, p. 492-496, 2012.

BONFIM, C. S. DE PAULA GARCIA, P. M. Investigando a "Terra plana" no YouTube: contribuições para o ensino de Ciências. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v.12, n. 3,p. 1-25, 2021.

BONIFÁCIO, V. D. B. Offering QR-Code Access to Information on Nobel Prizes in Chemistry, 1901-2011. Journal of Chemical Education. n. 90, p. 1401-1402, 2013.

BONIFÁCIO, V. D. B. QR-Coded Audio Periodic Table of the Elements: A Mobile-Learning Tool. Journal of Chemical Education. n. 89, p. 552-554, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - PCNEM. BRASÍLIA: 1999.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+). Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC - Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução Número 02, de 01/07/2015.Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf /res_cne_cp_02_03072015.pdf.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: - http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

BRUICE, P. Y.; Química Orgânica - vol. 1 e 2, 4ª ed., Pearson - Prentice Hall, São Paulo, 2006.

CARDOSO, R. 2020, Desafios dos docentes: as dificuldades da mediação pedagógica no ensino remoto emergencial. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA19_ID6682_01102020142727.pdf.

CARVALHO, I.S.B; BRANDÃO, P.R.G Saponificação de ácidos graxos e triacilglicerídeos: avaliação por espectrometria de infravermelho. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9WWFG5/1/isabel_monografia2013.pdf.

CARVALHO, M.B.F. Gestão Escolar E Tecnologias: A Realidade De Escolas Públicas Na Cidade De Maceio/Al. Revista Científica do Instituto Federal de Alagoas, v.4, n.1, Janeiro/Junho de 2014. Disponível em: https://periodicos.ifal.edu.br/educte/article/view/87/100.

DHEIN, J. A.; AHLERT, E. M. Aplicação do Método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no Ensino de Programação em Curso Técnico em Informática. Univates, Lajeado. 2018.

FARAUM JUNIOR, D.P; CIRINO, M.M. A utilização das TIC's no ensino de química durante a formação inicial. REDEQUIM, v. 2, n. 2, out, 2016.

FILHO, M. Gestão escolar e tecnologias: a realidade de escolas públicas na cidade de Maceió/al, 2014. Disponível em: https://periodicos.ifal.edu.br/educte/article/view/87/100.

FOGAÇA, J. R. V. "Química dos sabões e detergentes"; Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/quimica/quimica-dos-saboes-detergentes.htm. Acesso em: 22 de novembro de 2022.

GOMES, J. P.; DANTAS FILHO, F. Ensino de Química na Educação Básica: Construindo Conhecimentos a partir da produção do Sabão. Revista Insignare Scientia- RIS, v. 4, n. 4, p. 249-269, 2021.

KENSKI, V. M. Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação. Campinas: Papirus, 2012.
LEGISLAÇÃO INFORMATIZADA. DECRETO Nº 5.622, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2005 - Publicação Original. Legislação Informatizada Disponível em: https://www2.camara.leg.br /legin/fed/decret/2005/decreto-5622-19-dezembro-2005-539654-publicacaooriginal-39018-pe.html.
MACEDO, J. A.; PEDROSO, L. S.; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 31, n. 1, p. 167-197, abr. 2014.
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (Secad). Unidade na diversidade e a revisão dos PCN do Ensino Médio. Brasília: MEC/Secad, mimeo, 2005.
MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. Professor de Química: Formação, competências/ habilidades e posturas. 2007.
MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e inovação pedagógica. Campinas: Papirus, 2013.
NICHELE, A. G; SCHLEMMER, E; RAMOS, A.F. QR Codes na Educação em Química.CINTED-UFRGS. Novas Tecnologias na Educação. V. 13 Nº 2, dezembro, 2015.
OLIVEIRA, A. S.; SOARES, M. H. F.B. Júri Químico: Uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. Revista Química Nova na Escola, n. 21, p. 18-24, 2005.
PÁDUA, C. A contribuição das tecnologias digitais da informação e comunicação para o processo de ensino e aprendizagem em tempo de pandemia por COVID-19, 2022. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25517/22923.
SILVA, E. L. Contextualização no ensino de Química: ideias e proposições de um grupo de professores. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, 2007.
SILVA, A. O Educador precisa estar à altura de seu tempo, 2012. Disponível em: https://www.abq.org.br/rqi/2011/731/RQI-731-

pagina7-Proposta-para-Tornar-o-Ensino-de-Quimica-mais-Atraente.pdf.
WILLIAMS A. J.; PENCE, H. E. Smart Phones, a Powerful Tool in the Chemistry Classroom. Journal of Chemical Education. n. 88, p. 683-686, 2011.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO ALIADA: TRABALHO DOCENTE COM O CHAT GPT[1]

Thiago Corrêa Almeida
Thiago Daboit Roberto
Manoela Lopes Carvalho

INTRODUÇÃO

Desde a Grécia Antiga, filósofos como Aristóteles já imaginavam a criação de máquinas que poderiam facilitar as tarefas do cotidiano. Ele especulava, por exemplo, sobre a possibilidade de uma vassoura inteligente que seria capaz de varrer o chão de forma autônoma, eliminando a necessidade de intervenção humana. Essas ideias, embora visionárias, só começaram a se materializar com o avanço da Inteligência Artificial nas décadas de 1940 e 1950. Esse período foi marcado pelo desenvolvimento de máquinas que ajudaram na decifração de códigos durante a Segunda Guerra Mundial e a Guerra Fria. Um dos protagonistas desse progresso foi Alan Turing, frequentemente reconhecido como o "pai da computação", cujas teorias e práticas foram fundamentais para o avanço da computação e da IA (Turing, 1950).

Ao longo dos séculos, o desenvolvimento de máquinas e tecnologias teve um impacto significativo no progresso da sociedade, sendo tema de discussão em diversas obras literárias e filosóficas. A Revolução Industrial do século XIX, por exemplo, exemplifica a busca incessante por inovações tecnológicas, que transformaram profundamente os campos da ciência, cultura e economia. Essa era de máquinas não apenas aumentou a eficiência da produção, mas também alterou a dinâmica social e as relações de trabalho, levando a uma nova era de desenvolvimento humano.

[1] https://doi.org/10.51795/9786526516171189202

Nos dias atuais, à medida que as tecnologias continuam a evoluir de maneira exponencial, a inteligência artificial (IA) emerge como uma possibilidade concreta para automatizar tarefas humanas complexas. O ChatGPT, por exemplo, representa um avanço significativo na IA de processamento de linguagem natural. Através de plataformas acessíveis via navegadores, essa tecnologia traz para o presente algo que, até pouco tempo atrás, parecia ser uma visão futurista. O ChatGPT não apenas automatiza interações e facilita a comunicação, mas também oferece suporte em uma variedade de tarefas, desde a redação de textos até a resolução de problemas complexos.

Essa evolução da IA, simbolizada por ferramentas como o ChatGPT, levanta questões importantes sobre o futuro do trabalho e da criatividade humana. Como as máquinas se tornam mais inteligentes e autônomas, a sociedade enfrenta o desafio de integrar essas tecnologias de maneira ética e eficaz. É fundamental que continuemos a explorar as implicações dessas inovações, garantindo que o progresso tecnológico contribua para o bem-estar humano e para a criação de um futuro em que a colaboração entre humanos e máquinas seja não apenas possível, mas também enriquecedora. O diálogo entre passado e futuro, entre a imaginação dos antigos e a realidade dos modernos desenvolvimentos tecnológicos, nos convida a refletir sobre como moldaremos a próxima etapa da nossa jornada coletiva em um mundo cada vez mais digital e interconectado.

Em 31 de agosto de 1955, o conceito de "Inteligência Artificial" (IA) foi oficialmente introduzido, marcando um momento crucial na história da tecnologia. John McCarthy, um dos principais pioneiros da área, convocou um encontro no Dartmouth College que durou dois meses, reunindo especialistas de diversas disciplinas para discutir questões fundamentais, como "Computadores Automáticos", "Redes Neurais" e "Aleatoriedade e Criatividade". Durante esse encontro, que ocorreu em 1956, os participantes sustentaram a ideia de que "todo aspecto do aprendizado ou qualquer característica da inteligência pode ser

descrito com tanta precisão que uma máquina seria capaz de replicá-la". Essa afirmação ambiciosa delineou os objetivos iniciais do campo da IA e estabeleceu as bases para uma nova era de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. McCarthy definiu a IA como "a ciência de se produzir máquinas inteligentes" (McCarthy, 2017), um conceito que continuaria a evoluir e gerar debates ao longo das décadas.

No entanto, o caminho para a realização desses objetivos não foi linear. Na década de 1970, o campo da inteligência artificial enfrentou um período desafiador conhecido como "inverno da IA". Esse termo refere-se a um tempo de estagnação e desilusão, onde as expectativas não corresponderam aos avanços tecnológicos disponíveis. As limitações dos computadores da época e a falta de algoritmos eficazes impediram que as promessas da IA se concretizassem, resultando em uma diminuição do financiamento e do interesse no campo.

Contudo, a década de 1980 e o início dos anos 1990 trouxeram uma nova onda de otimismo e inovação. O avanço dos computadores, que se tornaram mais poderosos e acessíveis, juntamente com o surgimento da World Wide Web (WWW), transformou a forma como a informação era distribuída e acessada. A internet possibilitou a coleta de grandes volumes de dados, um recurso essencial para o desenvolvimento de algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais. Essa nova era de conectividade e acesso à informação propiciou um ambiente fértil para o ressurgimento da IA permitindo que os pesquisadores explorassem novas abordagens e tecnologias, como o aprendizado profundo, que hoje são fundamentais para muitas aplicações contemporâneas.

Assim, a trajetória da inteligência artificial é marcada por altos e baixos, refletindo não apenas os avanços tecnológicos, mas também as expectativas sociais e acadêmicas que os cercam. À medida que continuamos a explorar as potencialidades da IA, é essencial considerar suas implicações éticas, sociais e econômicas. A colaboração entre diferentes disciplinas e a inclusão de diversas

perspectivas serão cruciais para garantir que a inteligência artificial não apenas atenda às expectativas de eficiência e inovação, mas também contribua para um futuro mais equitativo e sustentável. A história da IA, que começou com as visões de McCarthy e seus colegas, continua a se desdobrar, prometendo transformar radicalmente nossas vidas e a sociedade como um todo.

Em novembro de 2022, o Chat GPT, desenvolvido pela Open AI, tornou-se viral na internet, evidenciando seu grande potencial como uma espécie de "assistente pessoal" para várias atividades. Embora o público já estivesse familiarizado com assistentes virtuais inteligentes, como Alexa e Siri, o Chat GPT revelou capacidades muito mais amplas. O nome do chatbot vem da junção de "chat" com "GPT", que significa Generative Pre-trained Transformer (Transformador Pré-treinado Generativo). Segundo dados do Google Trends, o interesse pelo termo "Inteligência Artificial" cresceu cerca de dez vezes após o lançamento do Chat GPT, como trazemos na. Atualmente, temos disponíveis o GPT-4o e 4o mini, sendo o primeiro mais potente, e o último mais veloz. Também tem versões pagas com funcionalidades adicionas, como uso avançado de chats com voz. O impacto e as potencialidades dessa tecnologia no contexto educacional já estão sendo amplamente discutidos na literatura (Lund & Wang, 2023).

Figura 1. Interesse na busca pelo termo "Inteligência Artificial" no mundo, de acordo com o *google trends (10/2021 a 10/2024).*

O surgimento do Chat GPT reacendeu o debate sobre o uso da inteligência artificial na educação. Entretanto, este estudo evita a polêmica em torno da autoria de trabalhos acadêmicos e da avaliação nos sistemas educacionais, questões que frequentemente colocam a ferramenta sob uma ótica negativa. Aqui, a abordagem foca no uso do Chat GPT como um aliado dos docentes, ajudando a otimizar e automatizar tarefas repetitivas, que fazem parte do cotidiano profissional. Especificamente, a investigação se concentra na criação de cronogramas para disciplinas de Física no ensino médio e Biologia no ensino médio e técnico em biotecnologia.

Na educação, o uso de computadores remonta a pelo menos três décadas, com diversas aplicações voltadas para o suporte ao processo de ensino-aprendizagem (Beck, 1998; Urban-Lurrain, 1998; Pham & Sampson, 2022; Rajeswari & Srinivasan, 2023). Em áreas como matemática e física, por exemplo, programas como Wolfram Alpha (2009) e Mathematica (1998) se destacam por sua capacidade de auxiliar na resolução passo a passo de diferentes tipos de problemas.

A revisão de literatura que fundamenta este estudo aborda a relevância dos cronogramas no ensino de Biologia e Física, destacando seu papel essencial em fornecer uma visão abrangente do curso, além de auxiliar na distribuição equilibrada dos conteúdos e no planejamento eficaz dos alunos (Oliveira, 2011). Para a elaboração desses cronogramas, o Chat GPT foi alimentado com informações detalhadas sobre os temas e objetivos de aprendizagem de cada disciplina. Os dados obtidos mostram que o Chat GPT é capaz de gerar textos claros e coerentes, com uma organização lógica e gradual dos conteúdos. Outro ponto positivo é a capacidade da ferramenta de adaptar os cronogramas conforme o nível de complexidade e a carga horária disponíveis, revelando-se um recurso útil para os docentes. Em suma, a aplicação do Chat GPT na elaboração de cronogramas para disciplinas de Biologia e Física apresenta um potencial promissor, embora seja imprescindível destacar que a intervenção de profissionais

especializados é necessária para assegurar a relevância e a qualidade dos cronogramas gerados.

Este capítulo investiga como o Chat GPT pode ser uma ferramenta eficaz na criação de cronogramas para disciplinas de Biologia e Física, comparando seus resultados com os elaborados por professores e analisando suas vantagens e limitações.

METODOLOGIA

A fim de estabelecer uma metodologia de trabalho na obtenção dos cronogramas, que é nosso alvo de estudo para utilização da IA como aliada no trabalho docente, estabeleçamos perguntas padrão ao chatbot. As perguntas padrão foram definidas após avaliação e análise dos cronogramas que seriam utilizados para conferência com a resposta fornecida pela IA selecionando as informações de relevância para compilação das respostas. Deste modo, elencamos a seguinte pergunta:

"Elaborar um curso de X, nível Y, dividido em Z aulas", onde:

- X é a disciplina do curso;
- Y o nível, que neste caso seria médio ou técnico,
- e Z o número de aulas.

Certos temas seriam para parte de um trimestre letivo, enquanto outros para parte de semestre letivo (ou semestre inteiro). Também foi feita inclusão inicial de uma quarta variável, o número de avaliações presentes no cronograma montado, entretanto os testes com esta variável mostravam que a IA utilizava como estratégia realizar divisões igualitárias do número de aulas para alocar as avaliações igualmente espaçadas, sem atentar se aquele momento específico do cronograma havia um término de determinado assunto, deixando por muitas vezes a data estimada para a avaliação em momento importuno pedagogicamente. Ao todo utilizamos 3 cursos de biologia e 3 cursos de física com durações bem distintas, variando de 6 a 37 aulas. Na Tabela 1 temos os parâmetros X, Y e Z para os cursos utilizados no presente trabalho.

Tabela 1. Parâmetros X, Y e Z das perguntas realizadas ao Chat GPT para elaboração dos cronogramas.

X	**Y**	**Z**
Anatofisiologia Humana	Técnico	17
Embriologia e Histologia	Técnico	23
Biologia 2º ano Ensino Médio	Médio	37
Hidrostática	Médio	6
Gases Ideais e Termodinâmica	Médio	6
Gravitação	Médio	7

Os cronogramas elaborados pelo chatbot foram submetidos a uma análise comparativa com cronogramas disponíveis no acervo dos autores, que foram produzidos e utilizados entre os anos de 2015 e 2020. Durante essa comparação, atribuímos um "grau de acerto" aos cronogramas do chatbot, com base no percentual de aulas que corresponderam corretamente ao cronograma de referência. Além disso, realizamos uma avaliação subjetiva, levando em consideração a satisfação do professor em relação ao cronograma criado pelo chatbot. Essa avaliação foi realizada em uma escala de 1 a 5, onde 1 representa "muito ruim" e 5 indica "muito bom".

Essa abordagem não apenas permitiu quantificar a precisão das sugestões do chatbot em relação a cronogramas estabelecidos, mas também forneceu uma perspectiva qualitativa sobre a aceitação e a eficácia das propostas elaboradas. O uso de uma nota subjetiva ajuda a compreender a experiência do professor ao interagir com o chatbot, refletindo sua percepção sobre a utilidade e a relevância do cronograma para suas necessidades pedagógicas. Assim, esta análise abrangente contribui para avaliar o potencial do chatbot como uma ferramenta de apoio no planejamento educacional, além de identificar áreas para aprimoramento futuro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é possível visualizar as duas notas obtidas pelo Chat GPT em cada conteúdo solicitado. Em azul escuro estão as notas excelentes, azul claro notas satisfatórias, e amarelo a nota ruim.

Observa-se que a ferramenta apresentou um grau de acerto igual ou superior a 70% em cinco dos seis conteúdos analisados, alcançando uma impressionante taxa de 100% em dois deles. No entanto, um dos conteúdos teve um desempenho inferior, com um grau de acerto de apenas 40%. É encorajador notar que, nos dois temas com maior número de aulas, as avaliações foram excelentes em um caso e satisfatórias em outro. Isso sugere que o desempenho positivo da ferramenta não está necessariamente vinculado ao número de aulas de um tema, já que uma maior quantidade de aulas geralmente implica maior complexidade e, portanto, um aumento nas chances de erro.

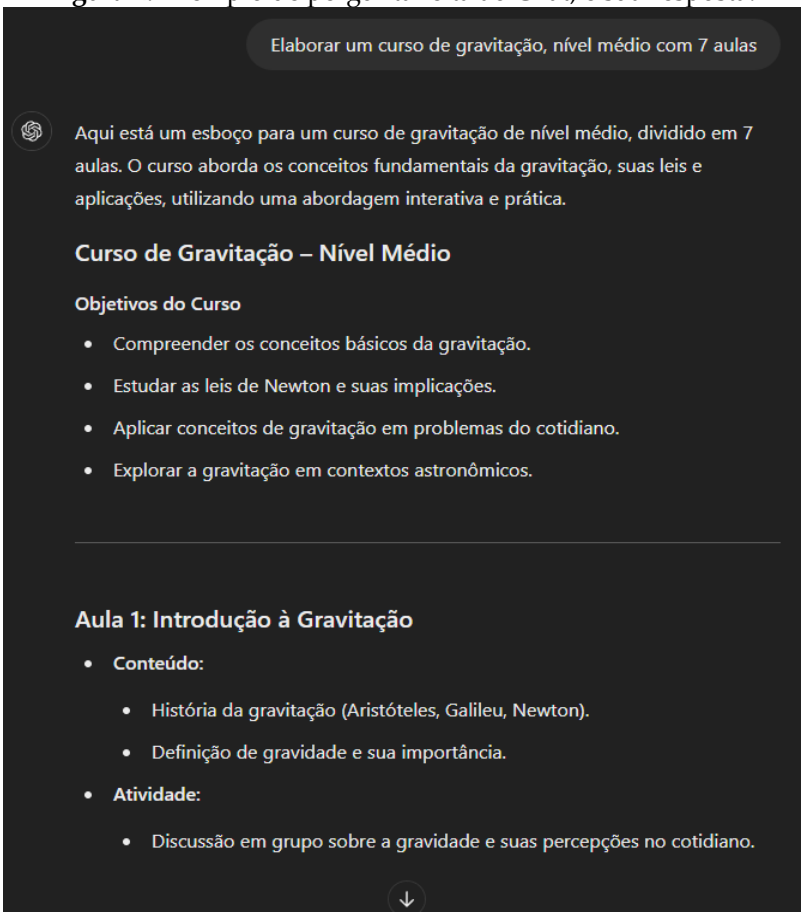
Vale ressaltar que o conteúdo em que o chatbot "errou" consiste em um único tópico que abrange dois subtemas, o que pode ter contribuído para a sua maior complexidade. É possível que, se o curso semestral fosse dividido em duas partes distintas, o sistema apresentasse um percentual de acerto superior.

De modo geral, podemos concluir que o ChatGPT é capaz de produzir cronogramas satisfatórios, tanto para cursos de curta duração quanto para aqueles de longa duração, com validação em comparação a cronogramas já utilizados por docentes em contextos reais. Durante a realização deste trabalho, utilizamos sempre a primeira resposta do ChatGPT. Contudo, é importante destacar que o sistema possui a capacidade de "aprender" com o feedback do usuário. Isso significa que, ao identificar um erro em um cronograma insatisfatório, o usuário poderia solicitar uma segunda resposta, que provavelmente apresentaria um percentual de acerto e uma nota de satisfação ainda mais elevados. A Figura 2 ilustra a pergunta feita ao chatbot, acompanhada da respectiva resposta, permitindo uma melhor visualização do processo de interação.

Tabela 2. Percentual de acerto e nota de satisfação dada pelos docentes (* o chatbot adicionou aula com o tema fora do conteúdo).

Conteúdo	No Aulas	% de acerto	Nota
Anatofisiologia Humana	17	100%	5
Embriologia e Histologia	23	40%	2
Biologia (2o ano EM)	37	70%	4
Hidrostática *	6	80%	4
Gases Ideais e Termodinâmica	6	80%	4
Gravitação	7	100%	5

Figura 2. Exemplo de pergunta feita ao Chat, e sua resposta.



Esse mecanismo de aprendizado contínuo pode ser fundamental para aprimorar a qualidade das sugestões geradas, tornando a ferramenta ainda mais eficaz no suporte ao planejamento educacional. Além disso, a análise do desempenho do chatbot pode contribuir para futuras melhorias na sua programação, garantindo que se torne uma aliada ainda mais confiável para educadores.

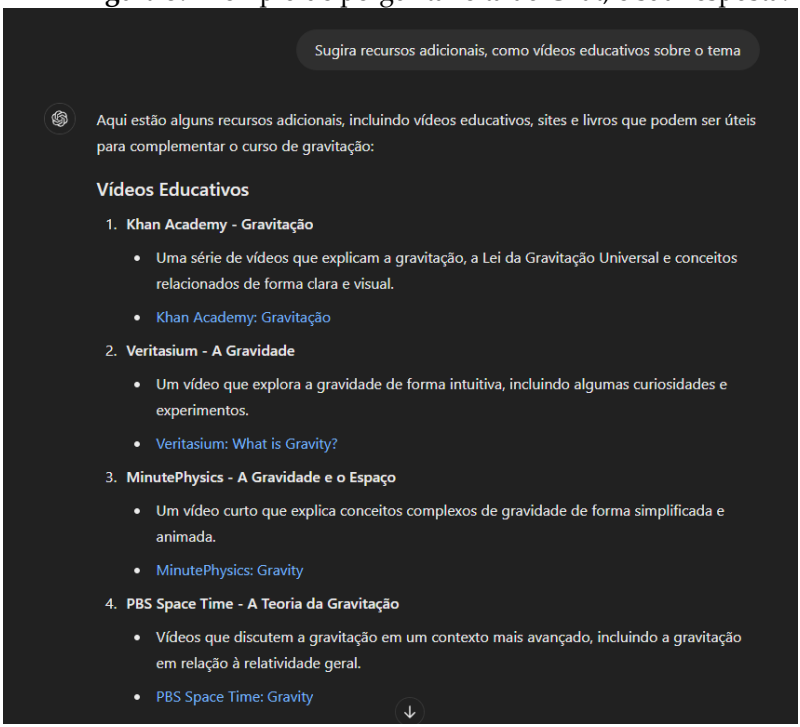
Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que o ChatGPT se apresenta como uma ferramenta valiosa para a assessoria de docentes na elaboração de cronogramas, podendo também ser útil em outras atividades educacionais. Esta tecnologia tem o potencial de reduzir significativamente a carga de trabalho dos professores, especialmente aqueles que gerenciam múltiplas turmas de diferentes cursos ou níveis de escolaridade. Mesmo que os educadores já possuam cronogramas prontos, é importante considerar que os períodos letivos variam levemente a cada ano, o que torna necessário ajustar os cronogramas para se adequar às diferentes durações e contextos. Nesse sentido, o ChatGPT pode atuar como um aliado crucial, proporcionando sugestões personalizadas que facilitam essa adaptação.

Entretanto, é essencial ressaltar que, apesar de o programa ser capaz de gerar um produto final, esse resultado só adquire valor real após a validação por um profissional qualificado. Isso deixa claro que a ferramenta não deve ser vista como um substituto para o docente, pois a utilização de cronogramas inadequados ou mal elaborados pode resultar em consequências pedagógicas desastrosas. Portanto, mesmo que se vislumbre um potencial significativo para o uso do ChatGPT em um futuro próximo, a presença e o envolvimento do profissional de educação continuarão a ser imprescindíveis.

Na Figura 3 seguimos em sequência ao diálogo iniciado na Figura 2, onde podemos observar que, além do cronograma, o chatbot pode também sugerir material complementar e recursos adicionais, auxiliando o professor a enriquecer e realizar curadoria entre uma série de sugestões, dentre filmes, vídeos, músicas, etc.

Além disso, após realizar uma escolha, também é possível solicitar que a IA elabore avaliações e sugestões de trabalhos a serem desenvolvidos com os estudantes em sala de aula.

Figura 3. Exemplo de pergunta feita ao Chat, e sua resposta.



É possível que, ao invés de serem substituídos, os educadores passem por uma transformação em suas práticas pedagógicas e em seu campo de atuação. Eles podem se concentrar mais em atividades que exigem criatividade, interação e adaptação às necessidades individuais dos alunos, enquanto a tecnologia cuida de aspectos mais mecânicos e repetitivos, como a elaboração de cronogramas. Essa nova dinâmica pode levar a uma educação mais enriquecedora, permitindo que os docentes utilizem seu tempo de forma mais eficaz e estratégica. A colaboração entre educadores e tecnologias emergentes, como o ChatGPT, pode,

assim, aprimorar a qualidade do ensino e proporcionar experiências de aprendizado mais significativas e personalizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizamos um teste abrangente com o ChatGPT para a produção de cronogramas voltados para cursos de física e biologia, tanto no ensino médio quanto no ensino técnico. Para essa análise, utilizamos uma pergunta padrão, variando as variáveis X, Y e Z, onde X representa o conteúdo a ser abordado, Y refere-se ao nível de ensino e Z indica o número de aulas disponíveis. Em seguida, comparamos os cronogramas gerados pelo ChatGPT com aqueles que haviam sido elaborados previamente por professores e utilizados ao longo do tempo em suas respectivas disciplinas.

Para quantificar a eficácia dos cronogramas criados pelo ChatGPT, calculamos um "grau de acerto", que consistiu em um percentual de quantas aulas correspondem aos cronogramas de referência. Além disso, realizamos uma avaliação subjetiva da satisfação dos professores em relação aos cronogramas, utilizando uma escala que variava de 1 (muito ruim) a 5 (muito bom). Dos seis conteúdos analisados, o ChatGPT produziu cronogramas considerados satisfatórios para cinco deles, resultando em uma taxa de 83% de resultados positivos. Essa análise revela que o ChatGPT é capaz de elaborar cronogramas adequados, tanto para cursos de curta duração quanto para aqueles de longa duração. É interessante notar que a nota mais baixa foi atribuída ao cronograma de um curso que abarcava dois conteúdos distintos, o que sugere que a complexidade pode ter influenciado a precisão das sugestões.

Os resultados obtidos destacam o potencial significativo que o ChatGPT pode ter na vida dos professores, funcionando como uma ferramenta facilitadora no planejamento pedagógico. Contudo, consideramos fundamental que novas validações sejam realizadas, expandindo a aplicação da ferramenta para disciplinas de outros campos do conhecimento e incorporando uma maior

variabilidade na duração dos cursos. Além disso, é nosso desejo continuar explorando a versatilidade do ChatGPT em outras tarefas do cotidiano escolar, abrangendo não apenas o trabalho docente, mas também as atividades de pedagogos, psicólogos, assistentes sociais e até mesmo os estudantes.

Estamos adentrando na era da Escola 5.0, um conceito que visa integrar tecnologias emergentes no ambiente educacional para otimizar o processo de ensino e aprendizado. Nesse contexto, acreditamos que ferramentas como o ChatGPT têm um enorme potencial para auxiliar nas transformações necessárias, tornando a educação mais dinâmica e adaptável às necessidades da nova geração. A capacidade do ChatGPT de gerar cronogramas e outros materiais educacionais pode ser um passo crucial para promover um ambiente de aprendizado mais eficiente, colaborativo e personalizado, que respeite as particularidades de cada aluno e cada realidade educacional. Ao abraçar essa tecnologia, podemos não apenas aprimorar a prática pedagógica, mas também preparar os alunos para um futuro em constante mudança, onde habilidades de adaptação e inovação são fundamentais. Portanto, é imperativo que continuemos a investigar e a integrar essas ferramentas no cotidiano escolar, maximizando suas contribuições para o desenvolvimento educacional.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da FAPERJ.

REFERÊNCIAS

BECK, J.; STERN, M.; HAUGSJAA, E. Applications of AI in education. **XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students,** V. 3, I. 1, P. 11-15, 1996.

LUND, B.D.; WANG, T. Chatting about ChatGPT: how may AI and GPT impact academia and libraries? **Library Hi Tech News**, V. 40, P. 26-29, 2023.

McCARTHY, J. **What is artificial intelligence**. 2007. Disponível em: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/>. Acesso em: 28 out 2024.

OLIVEIRA, M. C. Plano de aula: ferramenta pedagógica da prática docente. **Pergaminho**, Patos de Minas: UNIPAM, (2): p. 121-129, nov. 2011

PHAM, S.; SAMPSON, P. The development of artificial intelligence in education: A review in context. **Journal of Computer Assisted Learning,** V. 38, 2022.

POZZEBON, E.; FRIGO, L. B.; BITTENCOURT, G. Inteligência artificial na educação universitária: quais as contribuições. **Revista CCEI**, V. 8, N. 13, P. 34-41, 2004.

RAJESWARI, P.; SRINIVASAN, P. Artificial Intelligence in Education. **Thiagarajar College of Preceptors Edu Spectra**, V. 5, P. 47-50, 2023.

TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, N. 59, 1950.

URBAN-LURAIN, M. **Intelligent tutoring systems: an historic review in the context of the development of artificial intelligence and educational psychology**. 2005. Disponível em:

<https://web.archive.org/web/20160428180553/http:/www.cse.msu.edu/rgroups/cse101/ITS/its.htm>. Acesso em: 28 out 2024.

EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA[1]

Flávia Luzia Jasmim
Maria Clara Escobar de Carvalho
Thiago Daboit Roberto

INTRODUÇÃO

O método de aprendizagem tradicional desempenha seu papel fundamental na educação ao fornecer uma estrutura para a transmissão de conhecimentos. Essa abordagem se concentra na exposição sistemática de informações e no preparo dos alunos para as diversas avaliações que eles encontram até o final da escolarização. Sendo assim, ela é eficaz na formação de uma base bem estruturada em disciplinas essenciais (Alves, 2020). No entanto, esse modelo enfrenta críticas consideráveis, especialmente pela sua tendência em promover um aprendizado mais passivo e a limitar o desenvolvimento de habilidades críticas e criativas (Freire, 1996). As críticas ao ensino tradicional revelam uma estrutura ultrapassada, mostrando suas limitações em um mundo em constante mudança, onde a capacidade de pensar criticamente e resolver problemas complexos é cada vez mais valorizada. Ao focar na memorização e repetição, o ensino tradicional muitas vezes limita a conexão dos alunos com a realidade, dificultando a aplicação prática dos conceitos estudados (Moran, 2015).

Para abordar essas limitações, é vital incorporar metodologias que estimulem a participação ativa dos alunos. Métodos como a aprendizagem baseada em projetos e o ensino colaborativo, bem como o uso de espaços de aprendizagem não

[1] https://doi.org/10.51795/9786526516171203220

formais, como museus e centros de ciência, oferecem oportunidades para que os alunos se envolvam de maneira mais interativa com o conhecimento. Essas abordagens estimulam a curiosidade e promovem a aplicação prática dos conceitos, conectando a teoria à realidade cotidiana (Falk & Dierking, 2000). Por exemplo, em visitas a museus, os alunos podem participar de atividades interativas que facilitam a observação e experimentação, permitindo uma compreensão mais profunda dos fenômenos científicos que aprendem dentro das salas de aula. Esse aprendizado contextualizado não apenas enriquece a formação acadêmica, mas também torna o processo educativo mais interessante e relevante (Kirkpatrick, 2018). Portanto, enquanto o modelo tradicional é importante para estabelecer uma base de conhecimento, a adoção de métodos que promovam a participação ativa pode resultar em uma aprendizagem mais eficaz e significativa. A combinação de abordagens tradicionais e inovadoras possibilita uma formação mais completa, preparando os alunos para os desafios acadêmicos e profissionais que enfrentarão no futuro.

Em síntese, é essencial explorar as interações entre os ambientes formais e não formais de aprendizagem, uma integração que contribui para o desenvolvimento de habilidades sociais e competências críticas, preparando os alunos para serem cidadãos informados e engajados (Pereira, 2018). Dessa forma, eles já começam a explorar uma diversidade de profissões possíveis, ampliando suas perspectivas futuras.

No contexto do ensino da física, a crítica do ensino no modelo tradicional se torna ainda mais relevante. A disciplina requer não apenas a memorização de fórmulas e conceitos, mas também a capacidade de aplicar esses conhecimentos a situações práticas e reais. Assim, a ênfase excessiva na repetição e na memorização pode levar os alunos a perceberem a física como algo abstrato e distante, dificultando a relação entre teoria e realidade (Moran, 2015). Como resultado, muitos alunos podem achar a física

abstrata e desinteressante, o que pode levar a um desengajamento dos alunos com a disciplina.

Pensando em superar esses obstáculos, torna-se essencial integrar metodologias que incentivem a participação ativa dos alunos no aprendizado de física. Abordagens como a aprendizagem baseada em projetos e o ensino colaborativo, juntamente com o uso de espaços de aprendizagem não formais, oferecem oportunidades para que os alunos apliquem de maneira interativa os conceitos físicos (Falk & Dierking, 2000). Ao aplicar conceitos teóricos em contextos práticos, os estudantes consolidam o conhecimento e desenvolvem habilidades críticas, essenciais para o estudo da física e outras ciências.

Dessa forma, visando proporcionar uma experiência de aprendizado mais prática, interativa e conectada com a realidade dos alunos, foi desenvolvido o Projeto Expedições Científicas para a Educação Básica. Essa iniciativa oferece aos estudantes oportunidades de vivenciar os conceitos discutidos em sala de aula em contextos reais, promovendo um engajamento mais profundo e significativo com o conteúdo científico. A seguir, são detalhados o desenvolvimento do projeto e seus principais objetivos.

O PROJETO

O Projeto Expedições Científicas para a Educação Básica é uma atividade extensionista desenvolvida pelo Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp), com apoio institucional da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). A iniciativa nasceu da necessidade de criar uma metodologia de ensino diferenciada para alunos do ensino médio. Durante as aulas de física, é comum surgirem questionamentos como: “Para que preciso estudar isso?”, “Onde vou usar isso?” ou “Para que serve isso?”. Essas perguntas indicam a dificuldade que muitos estudantes têm em enxergar a aplicabilidade dos conteúdos discutidos em sala de aula.

Além dessa dificuldade, existe a complexidade inerente da disciplina, que exige um formalismo matemático mais avançado. Atualmente, essas dificuldades são agravadas pelo uso excessivo de telas e redes sociais, que, com a popularização de vídeos curtos e o acesso rápido às informações, têm afetado a capacidade de concentração e a curiosidade dos estudantes. Esse acesso instantâneo a conteúdos rápidos torna os alunos menos propensos a se engajarem em atividades que exigem foco. A gratificação imediata proporcionada pelas telas pode reduzir a curiosidade e o interesse dos estudantes por aulas tradicionais que, em geral, exploram conceitos científicos de maneira teórica e abstrata, dificultando a popularização da ciência.

Para reverter esse cenário e reavivar o interesse pela ciência, propusemos em 2023 uma atividade em um espaço não formal de aprendizagem para alunos do 2º ano do ensino médio. Nesse ano escolar, o plano de curso inclui o tema "Energia e suas aplicações", que abrange a geração e transformação de energia, o cálculo de potência e o rendimento de máquinas. Um exemplo clássico abordado nesse conteúdo é o cálculo da geração de energia por meio da queda de água, mas muitos alunos têm dificuldade em realizar esses cálculos devido aos valores elevados (mega, giga etc.) e em visualizar o que esses números representam na prática.

Com isso em mente, os alunos foram convidados a conhecer o Complexo Hidrelétrico de Lajes, principal sistema de geração de energia do grupo Light. O Complexo possui diversos reservatórios e usinas nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, que utilizam as águas dos rios Piraí, Paraíba do Sul e Guandu. Entre as instalações do Complexo visitadas pelos estudantes estão a Usina Elevatória de Vigário (Figura 1a), o Reservatório de Lajes (Figura 1b), a Barragem de Lajes (Figura 2a) e a Usina Hidrelétrica de Fontes (Figura 2b).

Figura 1. a) Usina Elevatória de Vigário; b) Reservatório de Lajes.

Figura 2. a) Barragem de Lajes; b) Usina Hidrelétrica de Fontes.

Durante a visita, os alunos tiveram a oportunidade de entender as grandes proporções envolvidas no processo de geração de energia. Eles aplicaram os conceitos teóricos estudados em sala de aula, realizaram cálculos com dados reais e compararam esses resultados com as informações fornecidas pelo Grupo Light. Além disso, puderam observar a imponência das instalações, que causou grande impacto. Os estudantes participaram de uma visita guiada por funcionários do Complexo, onde aprenderam sobre a história da construção e os desafios enfrentados ao longo do processo.

Com o objetivo de aprofundar o estudo sobre geração de energia, e dada a resposta positiva à atividade anterior, organizamos uma segunda visita, ainda em 2023, à Central Nuclear de Angra dos Reis (Figura 3a e 3b), que inclui o Observatório

Nuclear e as usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3 (em construção). Durante a visita, os alunos assistiram a uma palestra e aprenderam sobre o funcionamento e a segurança das usinas nucleares, discutiram os prós e contras de cada tipo de geração de energia, conheceram os riscos associados ao uso de materiais radioativos, os métodos de descarte e as ações ambientais desenvolvidas pela Central Nuclear

Figura 3. a) Vista das centrais nucleares ao fundo; b) Visita a Central Nuclear de Angra dos Reis.

Ao final das atividades, os alunos demonstraram um envolvimento significativamente maior com a disciplina e adquiriram um domínio sobre o tema que superou o que teriam obtido apenas com aulas expositivas. A interação com os funcionários das usinas permitiu o acesso a informações exclusivas que somente profissionais desses ambientes podem oferecer.

Além dos benefícios pedagógicos, os alunos vivenciaram experiências significativas e momentos de interação social, fortalecendo a relação entre eles e melhorando o engajamento coletivo. O sucesso dessa iniciativa em 2023 levou à criação do projeto de extensão "Expedições Científicas para a Educação Básica" no ano seguinte. Com essa expansão, o projeto ganhou amplitude e passou a integrar outras áreas do conhecimento, promovendo a interdisciplinaridade e reforçando o vínculo entre teoria e prática.

O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto foi planejado para atender todos os alunos do 9º ano do ensino fundamental e dos três anos do ensino médio, alinhando-se aos respectivos planos de curso. A escolha dessas séries considerou a presença das disciplinas de Física, Química e Biologia em seus currículos. A proposta prevê que, a cada semestre, os estudantes de cada série participem de uma atividade em um espaço de aprendizagem não formal, integrando essa experiência com os conteúdos abordados nas aulas de Física e, quando possível, ampliando essa conexão para outras disciplinas.

As expedições científicas programadas para 2024 estão listadas na Tabela 1. Cada destino foi cuidadosamente selecionado para alinhar os temas trabalhados nas expedições com o conteúdo curricular de cada série, conforme descrito a seguir.

Tabela 1. Expedições programadas para cada ano de escolaridade em 2024.

Ano de Escolaridade	1° semestre de 2024	2° semestre de 2024
9° E. F	Museu da Vida da Fiocruz	Museu das Ilusões
1° E.M	Museu de Astronomia e Ciências Afins	Museu Cata-vento e Museu da Imigração
2° E.M	Museus Cata-vento e Museu da Língua Portuguesa	Central Nuclear de Angra dos Reis
3° E.M	-	Laboratório Nacional de Luz Síncrotron e Museu Aberto de Astronomia

O 9º ano do ensino fundamental é um marco importante para os alunos do Instituto de Aplicação (e para a maioria das escolas), pois é neste ano que a disciplina de Ciências se desdobra em Física, Química e Biologia. Esse desmembramento costuma gerar ansiedade e apreensão, uma vez que essas disciplinas são frequentemente vistas como complexas e desafiadoras. Para uma introdução lúdica e acolhedora a essas matérias, organizamos uma visita ao Museu da Vida da Fiocruz, um espaço que integra ciência, cultura e sociedade. Localizado no Rio de Janeiro, o museu promove a ciência de maneira interativa e divertida, por meio de exposições, peças de teatro, oficinas e atividades multimídia.

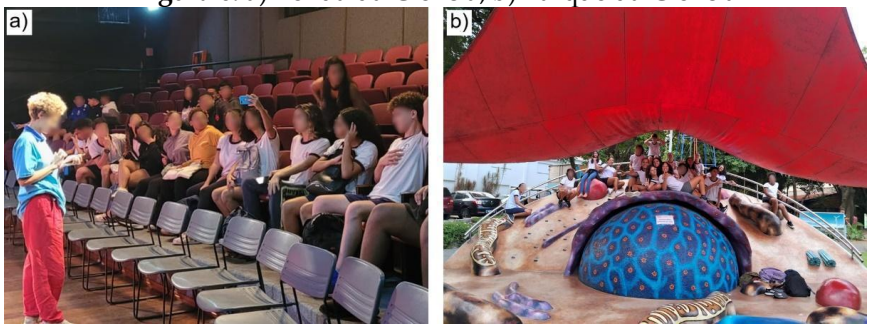
Durante a visita, os alunos exploraram diversos espaços e participaram de atividades interativas. Na Cavalariça, por exemplo, eles aprenderam sobre o processo histórico de produção de soro contra a peste bubônica, incluindo a inspeção veterinária, tratamentos e extrações de sangue para criação do soro. Na Pirâmide, os alunos observaram um modelo gigante de um olho humano e participaram de atividades sobre os mundos micro e macroscópicos (Figura 4a e 4b). O Castelo Mourisco foi outro ponto de visitação; além de uma aula sobre história e arquitetura, os alunos assistiram a uma exposição sobre o Aedes aegypti, mosquito transmissor da dengue e da febre amarela (Figura 5a e 5b).

Figura 4. Visita à Pirâmide: a) na exposição sobre o corpo humano e b) alunos na exposição sobre o olho humano.

Figura 5. Visita ao Castelo Mourisco: a), alunos aprendendo sobre a construção do Castelo e, b) em uma exposição sobre o Aedes aegypti

Na Tenda da Ciência, os estudantes assistiram à peça de teatro É o fim da picada! que aborda temas relacionados a doenças como dengue, Zika e Chikungunya (Figura 6a). No Parque da Ciência, eles interagiram com experimentos sobre Energia, Comunicação e Organização da Vida (Figura 6b).

Figura 6. a) Tenda da Ciência; b) Parque da Ciência



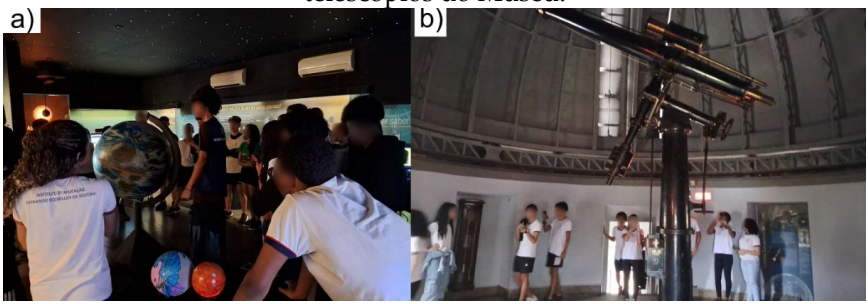
Para o segundo semestre de 2024, mantivemos uma abordagem lúdica e acolhedora para o ensino dessas disciplinas e selecionamos o Museu das Ilusões, no Rio de Janeiro (Figura 7), como destino da próxima visita. Nesse museu, os alunos terão a oportunidade de explorar o fenômeno da ilusão de ótica, que engana nossa percepção visual. Esse fenômeno ocorre devido às limitações sensoriais do cérebro que, ao tentar compensá-las, acaba distorcendo nossa percepção. A visita permitirá abordar temas

como a formação de imagens, desde a reflexão da luz em um objeto até a interpretação dessas informações pelo cérebro. Dessa forma, os alunos poderão compreender melhor como a visão e a percepção funcionam de maneira integrada. A expedição está programada para o final de novembro.

Figura 7. Museu das Ilusões

No primeiro ano do ensino médio, os alunos já possuem uma maior familiaridade com as disciplinas de Ciências da Natureza – Física, Química e Biologia. Por isso, foram planejadas atividades que demonstrassem a aplicabilidade desses conhecimentos em outras áreas, como a Astronomia. Durante a visita ao Museu de Astronomia e Ciências Afins, no Rio de Janeiro, os estudantes exploraram temas sobre o Sistema Solar, as condições necessárias para a vida humana, as estações do ano e os instrumentos utilizados para a observação do céu (Figura 8).

Figura 8. Visita ao Museu de Astronomia e Ciências Afins: a) durante uma explicação sobre as estações do ano e, b) conhecendo um dos telescópios do Museu.



Neste ano de escolaridade, os alunos iniciam o estudo de Dinâmica, área da Física que investiga as causas do movimento dos corpos e introduz as Leis de Newton, além dos conceitos de força, trabalho e energia. Para auxiliar na compreensão desses novos conceitos, propomos uma visita ao Museu Cata-vento, o maior museu de ciências da América Latina (Figura 9a). Para enriquecer a atividade e integrar outras áreas do conhecimento, organizamos também uma visita ao Museu da Imigração (Figura 9b), ampliando a experiência para as disciplinas de História e Geografia. Ambos os museus estão localizados em São Paulo, e a expedição está programada para o final de novembro.

Figura 9. a) Fachada do Museu Cata-vento; b) Fachada do Museu da Imigração (MC, 2024).

No segundo ano do ensino médio, o currículo de Física foca no estudo da Dinâmica, com ênfase nos conceitos de energia,

trabalho e potência, que são amplamente explorados. No entanto, esses conceitos geralmente são abordados de maneira teórica, devido às limitações de tempo, espaço físico e recursos para experimentação. A visita ao Museu Cata-vento complementa essa abordagem, proporcionando uma visão prática e concreta de todos esses conceitos. O museu é dividido em quatro grandes seções: Vida, Engenho, Universo e Sociedade. As exposições são interativas e abrangem várias áreas do conhecimento, promovendo uma experiência multidisciplinar. A possibilidade de interação com experimentos sobre Dinâmica (Figura 10) proporciona um enriquecimento ímpar no processo de aprendizagem dos estudantes.

Figura 10. Estudantes interagindo com os experimentos na seção Engenho.

Para enriquecer a atividade de forma interdisciplinar, os alunos também visitaram, na parte da tarde, o Museu da Língua Portuguesa (Figura 11). Esse museu é um espaço interativo que conecta língua, literatura e história, proporcionando uma experiência única. Segundo o site do museu, ele "proporciona uma viagem sensorial e subjetiva pela língua portuguesa, a sexta língua mais falada do mundo, guiada por palavras, autores e estrelas do Brasil".

Figura 11. Visita dos alunos do 2° ano do ensino médio ao Museu da Língua Portuguesa

No terceiro ano do ensino médio, os alunos já possuem uma sólida compreensão das diversas áreas da Física, tendo estudado conceitos de cinemática, dinâmica, termologia, calorimetria e ótica, e estando agora em contato com temas como ondas, hidrostática, gravitação e eletromagnetismo. Diante desse conhecimento acumulado e do momento decisivo que vivem — já que estão se preparando para o ENEM e outros vestibulares —, planejamos uma atividade que não apenas reforça o conteúdo aprendido em sala, mas também amplia seus horizontes. A proposta visa apresentar opções de cursos, carreiras e potenciais ambientes de trabalho, ajudando-os a vislumbrar possíveis caminhos profissionais.

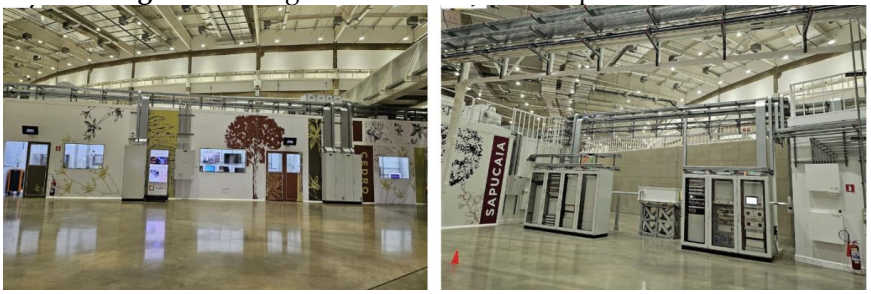
O local escolhido foi o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), localizado em Campinas/SP, a maior e mais complexa infraestrutura científica do Brasil. O LNLS faz parte do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), que, além do próprio LNLS, abriga o Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) e o Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR). O CNPEM também mantém, com o apoio do MEC, a Ilum — uma instituição de ensino superior interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Por meio de uma visita guiada, os estudantes conheceram o acelerador de elétrons Sírius (Figuras 12 e 13), operado pelo LNLS. Eles também tiveram acesso às diversas linhas de luz (Figura 14), que são estações experimentais onde os

materiais são analisados em nível microscópico, permitindo uma análise detalhada de suas propriedades.

Figura 12. Visita do 3° ano do ensino médio ao Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

Figura 13. Estudantes recebendo explicações detalhadas sobre o funcionamento do acelerador de elétrons

Figura 14. Imagens das linhas de luz Sapucaia e Cedro

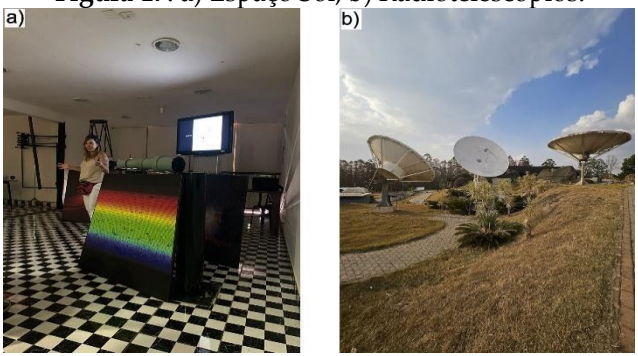


Ainda em Campinas, os estudantes visitaram, no período da tarde, o Museu Aberto de Astronomia (MAAS) (Figura 15). Localizado no Pico das Cabras, o museu oferece diversas atividades para públicos de todas as idades. Entre as atividades selecionadas para a turma estavam o Espaço Sol (Figura 17a), onde os alunos assistiram a uma palestra sobre o Sol e puderam observá-lo através de um telescópio, e o Espaço Atlas (Figura 16), que apresenta uma exposição abrangente sobre diversas áreas da Astronomia, além de contar com um radiotelescópio (Figura 17b).

Figura 15. Museu Aberto de Astronomia

Figura 16. Espaço Atlas

Figura 17. a) Espaço Sol; b) Radiotelescópios.



Essas atividades práticas e imersivas fecharam o ciclo de expedições planejadas para o ano, proporcionando aos alunos uma vivência abrangente da ciência aplicada. Ao longo das visitas, os estudantes puderam aprofundar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, aplicando-os em contextos reais e explorando novas possibilidades de aprendizado e interesse científico. Esse conjunto de experiências preparou o terreno para uma reflexão sobre os impactos e benefícios pedagógicos observados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As expedições científicas realizadas até o momento, abrangendo desde o 9º ano do ensino fundamental até o 3º ano do ensino médio, têm proporcionado um ganho pedagógico significativo. Ao integrar o aprendizado em sala de aula com visitas a usinas, museus e centros de ciência, os alunos demonstraram maior interesse e engajamento no processo de aprendizagem. Essas atividades permitem que observem aplicações práticas dos conceitos de Física, facilitando a compreensão dos processos e, muitas vezes, transformando sua percepção sobre a disciplina.

Além dos ganhos pedagógicos, observou-se uma melhora na interação social entre os alunos. Sem a pressão do ambiente escolar e com o entusiasmo de explorar locais novos, estudantes que antes interagiam pouco se sentiram mais à vontade para se relacionar, fortalecendo os vínculos e o senso de pertencimento no grupo.

As expedições científicas também têm um papel essencial na formação inicial e continuada de professores. Para a realização do projeto, graduandos de cursos de licenciatura de diversas áreas foram convidados a acompanhar as atividades. O objetivo era oferecer aos futuros professores novas vivências, que ampliem suas perspectivas e enriqueçam sua abordagem pedagógica. Espera-se que, no futuro, eles explorem formas inovadoras de conectar teoria e prática, expandindo o repertório de metodologias aplicáveis em sala de aula. Além disso, os graduandos participaram de todo o

processo de organização e execução das atividades, adquirindo experiência prática que será valiosa em sua atuação docente.

CONCLUSÃO

As expedições científicas proporcionam uma aprendizagem mais divertida e lúdica, oferecendo aos alunos um contato mais próximo com os conteúdos abordados em sala de aula. Essas atividades interdisciplinares criam momentos de aprendizado coletivo, aprofundando o conhecimento de maneira significativa por meio de experiências fora do ambiente escolar. Esse contato oferece uma vivência única para os estudantes, especialmente para aqueles em situação de vulnerabilidade social, que talvez não teriam a oportunidade de realizar essas visitas por conta própria. O impacto dessas experiências é inestimável, gerando conhecimento e memórias que os alunos levarão consigo ao longo da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio financeiro do Departamento de Extensão da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Depext - UERJ e da Pró-Reitoria de Graduação (PR-1) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. (2020). O Ensino Tradicional e Suas Contribuições na Formação Acadêmica.

FALK, J. H., & DIERKING, L. D. (2000). **Learning from Museums:** Visitor Experiences and the Making of Meaning.

FREIRE, P. (1996). **Pedagogia da Autonomia:** Saberes Necessários à Prática Educativa.

KIRKPATRICK, S. (2018). The Impact of Museum Education on Student Learning.

MUSEU CATAVENTO. **Museu Cata-vento – Ciência e Tecnologia em São Paulo**. São Paulo, 2024. Disponível em: https://museucatavento.org.br/. Acesso em: 9 dez. 2024.

MUSEU DAS ILUSÕES. **Museu das Ilusões: Ilusões de Ótica e Experiências Interativas no Brasil**. São Paulo, 2024 Disponível em: https://museudasilusoes.com.br/. Acesso em: 9 dez. 2024.

MORAN, J. (2015). **A Educação que Desejamos:** Novos Desafios e Novas Propostas.

PEREIRA, M. (2018**). Ensino e Aprendizagem:** Desafios e Possibilidades na Educação Contemporânea.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982. 392 p.

AS AUTORAS E OS AUTORES

Andreson Luis Carvalho Rêgo
Professor associado de Física no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-Uerj), com experiência na graduação e na educação básica. Possui graduação e mestrado pela UFPA e doutorado pela UFRJ. Realizou pós-doutorado no CBPF. Possui interesse em Física de Casimir, Física de grafeno e em Ensino de Física. Atualmente, coordena o Projeto de Extensão Produções Inteligentes para o Ensino de Física (Pief) e integra o Programa de Extensão Educare/Uerj e o Grupo de Alfabetização Científica e o Ensino de Física, Química, Biologia, Ciências e Matemática na Educação Básica/Uerj.

Camila Alves Baroldi
Bacharel em Ciências Biológicas pelo IFRJ. Atuou como estagiária de ensino na Fundação Municipal de Educação de Niterói, foi voluntária de projetos ligados à conservação e à biodiversidade como REMOMA e o Herbário Vivo. Atualmente, é bolsista do CNPq trabalhando no projeto BioNapne, sob a orientação da professora Manoela Lopes Carvalho, exercendo atividades de ensino e pesquisa sobre o desenvolvimento de uma prática de ensino de biologia inclusiva dentro do CONAPNE-IFRJ (Coordenação do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas).

Daniel de O. Lima
Educador matemático que teve o início da sua trajetória na Educação Popular, a partir de um pré-vestibular social que foi fundado pelo próprio. Ao longo da sua formação, Daniel pesquisou sobre as concepções dos professores de Matemática sobre avaliação, metodologias ativas de ensino, educação financeira.

Atualmente, ele exerce a função de professor adjunto de Matemática no Departamento de Matemática e Desenho do Cap – Uerj. Nesta função, tem desenvolvido projetos de extensão com foco na avaliação em Matemática, como o Fórum de Práticas Pedagógicas de Matemática e o Ensino de Matemática por meio da Educação Maker. Além disso, tem desenvolvido pesquisas sobre a formação de professores que ensinam Matemática a partir de uma perspectiva antirracista.

Diego Soares Monteiro da Silva
Professor Adjunto do Departamento de Matemática e Desenho no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Possui doutorado em Matemática (PUC-Rio), mestrado em Modelagem Computacional em Ciência e Tecnologia (UFF), licenciatura em Matemática (UFF) e bacharelado em Engenharia Elétrica (USS).

Elizandra Martins Silva
Possui graduação em Licenciatura em física pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2007), mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009) e doutorado em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2014). Atualmente é professor associado na Universidade do Estado do Rio de Janeiro, atuando no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira - CAp-UERJ. Coordena o Projeto de Extensão Feiras Científicas para a Educação Básica e organiza o evento Feira de Ciências e Tecnologia do Cap-Uerj e atividades integradas e coordena o projeto EIC Apoio Pedagógico em Atividades de Extensão.

Flávia Luzia Jasmim
Possui graduação em Física -Licenciatura pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2008), graduação em Física - Bacharelado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2007), mestrado em Astronomia pelo Observatório Nacional (2009), doutorado em

Astronomia pelo Observatório Nacional (2013) e pós-doutorado pelo Observatório Nacional (2013). Tem experiência na área de Astronomia, com ênfase em Astrofísica do Sistema Solar. Atualmente é docente do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), onde trabalha com a inserção de astronomia no ensino básico e com o ensino de física. É coordenadora dos projetos de extensão: "AstroCAp" e "Expedições Científicas para a Educação Básica" e coordena também a equipe de física no Programa de Educação de Jovens, Adultos e idosos (PROEJAI), do CAP-UERJ.

Gabriel de Souza Lopes
Graduando do curso de licenciatura em ciências biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, vinculado ao Campi Faculdade de Formação de Professores /FFP-UERJ, localizada em São Gonçalo, RJ, Brasil. Atua como bolsista de estágio interno complementar (EIC) no projeto Apoio Pedagógico em Atividades de Extensão, onde colabora com atividades extensionistas desenvolvidas no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira. Durante esse período, participou de atividades que enriqueceram sua experiência pessoal e acadêmica, incluindo treinamentos para transmissões online, apresentações em feiras de ciências, organização de palestras para o canal do DCN CAP UERJ no YouTube, suporte em eventos e oficinas, auxílio em olimpíadas de conhecimento e desenvolvimento de oficinas didáticas. Participou do XII Simpósio de Educação Contemporânea, e recentemente, apresentou a oficina 'Microverdes nos anos iniciais do Ensino Fundamental I' em formato de comunicação oral online no Congresso Nacional de Educação 'X CONEDU'.

Henrique Baptista da Silva Júnior
Graduando de Licenciatura em Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Adora fazer experimentos e pretende ter prateleiras com diversos deles, seja os de baixo custo e os adquiridos. Entre 2022 e 2024 foi bolsista do projeto de extensão

Produções Inteligentes para o Ensino de Física. Atualmente, segue atuando como colaborador do projeto.

Jean Felipe de Assis
Professor Adjunto no departamento de Matemática e Desenho da UERJ no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, com interesse em Práticas Pedagógicas da Matemática, Ensino e Formação de Professores; mestre e doutor em Filosofia e História das Ciências; doutor em Filosofia Política e com formação complementar em Teologia (bacharelado e mestrado), português-latim (licenciatura).

Letícia Ferreira Dutra
Possui Bacharelado e Licenciatura em física pela UERJ (2008), Mestrado e Doutorado em Astronomia pela UFRJ (2010/2014) e pós-doutorado pela UFRN. Atualmente é professora adjunta do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp/UERJ). Fez parte do seu doutorado na Alemanha, no European Southern Observatory (ESO). Atua principalmente na área de Astrofísica estelar com ênfase em Exoplanetas, Caracterização de anãs e gigantes frias, Caracterização de estrelas com companheiras subestelares, Atividade Cromosférica como indicador de Idades em Estrelas Frias, Evolução Química da Galáxia. Participou do levantamento do MARVELS do Sloan Digital Sky Survey - III. Coordenadora do Projeto de Extensão APOFA – Aulas Preparatórias para Olimpíadas de Física e Astronomia.

Manoela Lopes Carvalho
Mestre em Ciências e licenciada em Ciências Biológicas pela UERJ. Tem experiência na área de Biologia Humana. Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) onde coordena o projeto "BioNapne: biologia inclusiva através da elaboração de recursos didáticos para alunos atendidos pelo CONAPNE do IFRJ" exercendo atividades de

ensino, pesquisa e extensão. Membro dos grupos de pesquisa "Alfabetização Científica e o Ensino de Física, Química e Biologia na Escola Básica" (UERJ) e "Ciência em Aplicações" (IFRJ).

Maria Clara Escobar de Carvalho
É estudante de Pedagogia na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), atualmente no quinto período. É bolsista do projeto de extensão "Expedições Científicas para a Educação Básica", coordenado pela professora Flávia Luzia Jasmim, onde se dedica à parte pedagógica do projeto, colaborando ativamente com a professora no desenvolvimento de metodologias de ensino que conectam teoria e prática no ensino de ciências. Sua experiência no projeto reflete seu compromisso em tornar a educação mais acessível e relevante para os alunos.

Natália Pedroza de Souza
Professora Adjunta do Departamento de Matemática e Desenho no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Possui doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação (UFRJ), mestrado em Ciências da Computacionais (UERJ), licenciatura e bacharelado em Matemática (UERJ).

Rasec Almeida dos Santos
Professor Adjunto do Departamento de Matemática e Desenho no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira desde 2023. Doutor em Geociências e mestre em Geociências pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), licenciado em matemática e geologia pela mesma universidade. Atuou como professor no pré-vestibular social CEDERJ de 2019 até 2021, e foi professor efetivo de matemática na rede municipal de Teresópolis nos anos de 2021 e 2022.

Ruan Teixeira da Silva
Aluno de mestrado na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Licenciado em Física pela Universidade do Estado do Rio de

Janeiro. Possui interesse em Gravitação, Cosmologia e Ensino de Física. Desde 2022 é um dos integrantes do Projeto de Extensão Produções Inteligentes para o Ensino de Física (Pief), desenvolvido pela equipe de Física do CAp-Uerj e colaboradores.

Suellem Barbosa Cordeiro
Doutorado e Mestrado em Ciência e Tecnologia de Polímeros, no IMA-UFRJ. Graduação em Licenciatura e Bacharel em Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2007). Professora associada no CAp-UERJ, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj). Atua no Ensino de Química no ensino médio e em estágio supervisionado da licenciatura em Química desde 2009. Coordena projetos de extensão, iniciação à docência e iniciação científica júnior, relacionados ao Ensino de Química.

Thays de Azevedo de Oliveira
Graduação em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Bolsista de Iniciação à docência e colaboradora no projeto de extensão- Produção de Materiais Inteligentes para o Ensino de Química na Educação Básica - 2021-2022. Técnica em Química pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro.

Thiago Corrêa Almeida
Bacharel e Licenciado em Física pela UFF (2008). Doutorado Direto com ênfase em Física Nuclear (2013), também pela UFF. Pós-doc na USP (2014) e UFSC (2024). Professor Associado da UERJ, lotado no CAp-Uerj desde 2015, onde realiza pesquisa em Metodologias de Aprendizagem Ativa, Robótica Educacional, e TICs. Ampla experiência administrativa, já tendo atuado como coordenador da equipe de Física, Chefe do Departamento de Ciências da Natureza, e diretor do CAp-Uerj. Coordenador do Projeto de Extensão "RoboCAp: a robótica como elemento motivador no ensino-aprendizagem", que integra o Programa Educare.

Thiago Daboit Roberto
Físico pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2011), mestrado em Ciência e Tecnologia Nucleares pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (2014) e doutorado em Engenharia Nuclear pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2018). É professor adjunto da UERJ e colaborador da Comissão Nacional de Energia Nuclear, com experiência em Engenharia Nuclear e ênfase na segurança de reatores de quarta geração e despressurização de fluidos supercríticos. Dedica-se a projetos de extensão no ensino de Física, promovendo a aprendizagem por meio de interações digitais e Realidade Aumentada.

Victor Almeida de Assis
Doutorando em Física de Altas Energias - Grupo ATLAS, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj) e membro da Colaboração ATLAS, do LHC, no CERN. Possui graduação e mestrado pela Uerj. Aluno da plataforma digital Alura onde obteve formação em Python para Data Science e realizou vários cursos relacionados a elaboração de podcasts e afins. Participou do grupo de Residência Pedagógica em Física da Uerj no qual desenvolveu trabalhos de podcast temáticos. Atualmente, colabora no Projeto de Extensão Produções Inteligentes para o Ensino de Física (Pief) com podcasts e divulgação científica.

GABRIEL LOPES

SUELLEM BARBOSA

ANDRESON LUIS RÊGO

LETÍCIA DUTRA

THAYS OLIVEIRA

JEAN DE ASSIS

THIAGO ALMEIDA

MANOELA LOPES

NATÁLIA PEDROZA

RUAN TEIXEIRA

HENRIQUE BAPTISTA

FLÁVIA LUZIA

DANIEL DE OLIVEIRA

RASEC ALMEIDA

CAMILA ALVES

THIAGO DABOIT

DIEGO SOARES

MARIA CLARA ESCOBAR

ELIZANDRA MARTINS

VICTOR ALMEIDA

Pedro & João Editores
pedroejoaoeditores.com.br

EDUCARE

ISBN 978-65-265-1617-1